COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard**, en présentant à l'Académie le second volume de son « Traité d'Analyse », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le premier fascicule du tome II de mon *Traité d'Analyse*. La plus grande partie de ce fascicule est consacrée aux fonctions harmoniques et aux fonctions analytiques. L'étude des fonctions d'une variable complexe revient, comme on sait, à l'étude de l'équation de Laplace à deux variables. Toutefois, dans les écrits de Cauchy et de la plupart de ses disciples, l'équation précédente intervient peu et l'on raisonne sur la fonction complexe elle-même. La simplicité et l'uniformité des raisonnements font de cette théorie une des plus attrayantes et des plus parfaites de l'Analyse mathématique. A la suite d'un Mémoire fondamental de Riemann, l'étude des fonctions d'une variable complexe a été ramenée à sa véritable origine. Ce point de vue est assurément plus philosophique et il a le grand avantage de laisser de

côté tout symbole. Aussi ai-je cru utile de l'adopter tout d'abord dans mon exposition. Dans ces conditions, le problème dit de Dirichlet devait jouer un rôle essentiel; je fais connaître la méthode de Neumann, celle de M. Schwarz, et enfin la méthode si originale employée par M. Poincaré pour le cas de l'espace et qui s'applique au cas du plan sans grande modification. On voit de plus que toute cette théorie n'est pas essentiellement bornée à l'équation si simple de Laplace, et l'on peut ainsi, sinon voir, du moins entrevoir des généralisations de la théorie des fonctions d'une variable complexe, sujet bien digne de fixer l'attention des analystes.

» Il ne faudrait pas cependant être exclusif. Le symbolisme a, dans certains cas, ses avantages, et des résultats très simples deviendraient quelquefois d'un énoncé compliqué si l'on voulait ne jamais introduire de quantités complexes. Aussi je reprends ensuite l'étude des fonctions analytiques au point de vue suivi généralement dans les ouvrages français.

» Dans les deux derniers Chapitres du volume, je commence l'étude des équations différentielles. J'insiste longuement sur le théorème relatif à l'existence des intégrales, dont je donne trois démonstrations différentes. Il est important, dans ces questions, de multiplier les points de vue; ce ne sont pas là des curiosités inutiles, je veux dire dénuées d'applications. Au début de la Science, les théorèmes de ce genre sont admis sans difficulté. On peut avancer longtemps sans approfondir les questions d'existence, mais il arrive un moment où ce sont justement les circonstances singulières écartées au début qui deviennent intéressantes : il faut alors approfondir les principes et des démonstrations souvent très subtiles deviennent indispensables. On pourrait citer en témoignage bien des travaux récents; qu'il nous suffise de rappeler les dernières recherches de notre illustre confrère M. Poincaré sur la Mécanique céleste. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Échec définitif de la théorie du mouvement centripète et ascendant dans les cyclones;* par M. **H. Faye.**

« Le 30 mai dernier, je parlais à l'Académie d'un premier échec qui venait d'être infligé à cette théorie par les travaux de M. Hann en Autriche et par ceux de M. Morris aux États-Unis. Il s'agissait de la distinction qu'on était obligé de faire désormais entre les cyclones des régions tempérées et les cyclones des régions tropicales. Pour ceux-ci, on maintenait la théo-

rie de la convection qui les fait naître dans les régions basses de l'atmosphère, tandis que, pour les premiers, on leur reconnaissait une origine prise dans les courants supérieurs, à une hauteur considérable. Je faisais remarquer, à ce sujet, l'espèce de contradiction dans laquelle on tombait sans s'en apercevoir, car le même cyclone peut très bien passer de la zone torride dans la zone tempérée à une semaine environ d'intervalle; comment, dès lors, lui donner à la fois deux origines si différentes?

» Aujourd'hui, un important travail de M. Dallas, le météorologiste éminent des Indes anglaises, vient de trancher la question en montrant que les cyclones de la zone torride échappent aussi à la théorie de la convection, et naissent, comme les autres, dans les plus hautes régions de l'atmosphère. Voici les propres termes du savant auteur ([1]). L'Académie verra combien ses conclusions sont nettes et décisives.

» L'opinion commune est qu'un cyclone provient de l'inégale distribution de la chaleur à la surface du sol. Étant donnée une aire à peu près circulaire, douée d'une chaleur anormale, on admet que des mouvements doivent se produire entre l'extérieur et l'intérieur, et qu'à cause de la rotation de la Terre ces mouvements doivent revêtir la forme de girations autour du centre de la région surchauffée, et qu'ainsi un cyclone prend naissance. Dans cette région, l'air chaud doit être primitivement à l'état de calme complet. L'air, dans cette région de calme, acquiert un mouvement ascensionnel d'abord un peu disséminé, mais qui se concentre peu à peu en appelant, vers un centre bien défini, la masse de l'atmosphère ambiante.

» D'après ces suppositions, trois choses sont nécessaires : 1° la présence d'une aire calme; 2° une température anormale dans cette aire de calme; 3° une période de quelques jours pour l'incubation de la tempête.

» Les cyclones de la mer Arabique n'apportent pas une sensible évidence en faveur de ces trois suppositions.

» Voilà pour le rejet de la théorie de la convection. M. Dallas poursuit en ces termes :

» Considérons maintenant les cyclones qui entrent dans la mer Arabique par l'est, après avoir paru sur le golfe de Bengale sous la forme de cyclones bien caractérisés. Lorsqu'ils passent sur la péninsule et abordent les côtes élevées de Madras, ils sont en partie interceptés par le sol de plus en plus montueux qui forme une barrière continue de 3000 à 7000 pieds d'élévation. Mais, en considérant les phénomènes très nets qui apparaissent ensuite sur la mer, après le passage de cette barrière, il est évident que le tourbillon générateur a continué sa route horizontale par-dessus les cimes des montagnes sans avoir subi d'interruption.

([1]) *The American meteorological Journal,* july 1892; p. 99-112.

» Lorsque ces tourbillons arrivent au-dessus de la mer, où l'humidité est grande, l'air humide est aspiré par la partie inférieure du tourbillon, qui acquiert ainsi une grande énergie.

» L'ensemble de ces évidences paraît favoriser la supposition que ces cyclones sont nés dans les couches supérieures de l'atmosphère; que ce sont des tourbillons formés d'abord dans un courant marchant à l'ouest; qu'ils suivent ce courant jusqu'à ce qu'ils atteignent son bord extérieur, puis, qu'ils sont saisis dans l'hémisphère nord par le courant supérieur qui souffle des zones torrides vers les régions tempérées, en marchant d'abord à l'O.-N.-O., puis au N.-O., puis au N., et finalement au N.-E. et à l'E....

» Il n'y a pas de questions plus importantes dans la Météorologie actuelle que celles qui ont trait à l'origine des cyclones et à leur immense mouvement de translation. Si les cyclones sont intimement liés aux courants supérieurs, ainsi qu'il résulte de nos investigations, cette connexité prouve qu'ils sont engendrés dans ces courants, ce qui place leur origine dans une région où l'observation ne saurait atteindre; et quant à ce qui regarde leurs trajectoires, toute l'évidence acquise semble établir qu'ils sont conduits par les mouvements de l'atmosphère supérieure. Sans doute, la distribution des eaux et des terres, des plaines et des montagnes, de la pression et de l'humidité, ainsi que la température des couches inférieures exercent une influence. Mais l'ensemble des trajectoires aux Indes, dans le golfe du Mexique et dans l'océan Pacifique offre une similitude si parfaite avec celle des courants supérieurs, qu'il n'y a pas à douter qu'il s'agit ici d'une relation de cause à effet.

» Ainsi, la théorie de la convection ne convient pas plus aux cyclones tropicaux qu'à ceux des régions tempérées. Déjà on avait conclu, des observations si nombreuses et si décisives des trombes et tornados faites aux États-Unis, que ces phénomènes avaient leur origine dans les courants supérieurs. Il ne reste donc plus rien pour la théorie que je combats depuis si longtemps. La conclusion qui ressort de tant de travaux poursuivis sur une si grande échelle en Europe, aux États-Unis et dans les Indes anglaises aboutissent, en effet, à ceci :

» *Les trombes, les tornados et les cyclones sont des mouvements giratoires ou des tourbillons qui naissent dans les courants supérieurs de l'atmosphère (à des étages très différents). Leur translation toute géométrique répond à ces courants et ils en dessinent la marche par la projection que leurs ravages tracent sur le sol ou sur la mer.*

» C'est ce que j'ai toujours soutenu contre ceux qui faisaient naître ces phénomènes au ras du sol, en vertu d'un mouvement centripète et ascendant de l'air inférieur; seulement j'ajoutais que *ces girations grandes ou petites, modérées ou formidables, sont descendantes.*

» C'est ce qu'on ne tardera pas à admettre aussi, car c'est là une conséquence forcée des prémisses.

» La théorie de la convection, c'est-à-dire des mouvements centripètes et ascendants de l'air inférieur, se trouve donc réduite à des phénomènes passagers qu'on a notés dans quelques incendies, à la dispersion verticale de quelques meules de foin où se produit sous l'action du soleil une sorte de fermentation accompagnée de chaleur, à l'explication des pseudo-trombes de poussière observées parfois en Égypte et ailleurs, enfin à des dépressions barométriques moins insignifiantes et plus fréquentes dues à l'échauffement du sol dans des contrées limitées, mais sans giration énergique, sans mouvement défini de translation, phénomènes à peu près inverses de ceux qu'on appelle si improprement des *anticyclones*. Est-il nécessaire d'ajouter que ces phénomènes n'ont aucun rapport, sauf, en certains cas, une légère dépression barométrique, avec les trombes, les tornados et les cyclones.

» Je suis heureux de constater que M. Hann en Autriche, MM. Ferrel et Morris aux États-Unis, M. Dallas aux Indes orientales, c'est-à-dire les météorologistes les plus éminents de notre époque, placés dans les pays les plus divers et étudiant les faits sous les climats les plus différents, renoncent à l'ancienne théorie pour se rapprocher progressivement de la nouvelle, dont l'acceptation définitive ne saurait se faire attendre. »

PHYSIOLOGIE. — *Le mouvement du cœur, étudié par la Chronophotographie.* Note de M. Marey.

« Il y a une trentaine d'années qu'avec mon confrère et ami Chauveau nous présentions à l'Académie des expériences destinées à établir le mécanisme de l'action du cœur et la succession des mouvements de cet organe. Nos recherches étaient faites par une méthode indirecte consistant à inscrire, au moyen d'appareils spéciaux, les variations de la pression du sang dans les oreillettes, les ventricules et l'aorte, ainsi que les changements de la force avec laquelle les ventricules compriment à chaque instant la paroi de la poitrine qui les recouvre.

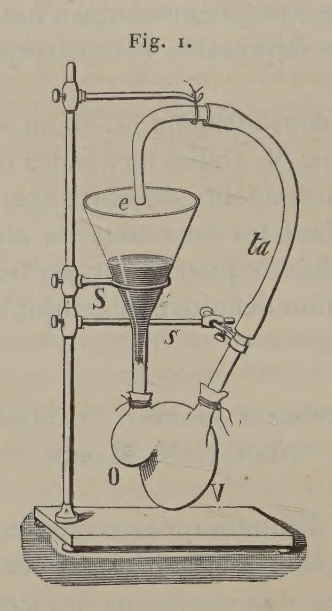
» Ces expériences, qui se contrôlaient les unes par les autres, montraient les effets des mouvements du cœur, mais ne faisaient connaître ni les déplacements, ni les changements de forme des oreillettes et des ventricules qui s'emplissent et se vident tour à tour. De sorte que, pour avoir une connaissance complète de la physiologie du cœur, il fallait avoir directement observé cet organe, mis à nu, sur un grand animal, avoir vu les dépla-

cements et les changements de forme de ses cavités et l'avoir tenu dans ses mains pour apprécier les changements périodiques de sa consistance.

» La *Chronophotographie* m'a paru apporter un complément nécessaire à ces études antérieures. Elle permet, en effet, d'obtenir pendant une révolution cardiaque une série d'images successives, prises à des intervalles de temps très courts, sur lesquelles on peut suivre les phases du mouvement et les changements d'aspect des différentes parties du cœur.

» Je choisis pour cela le cœur d'une tortue et, après l'avoir détaché, je le plaçai (*fig.* 1) dans les conditions de la circulation artificielle, c'est-à-dire qu'après avoir introduit le bec d'un petit entonnoir dans une veine

Fig. 1.



cave, j'adaptai à une artère un tube recourbé *ta* (tube artériel), dont l'extrémité recourbée s'ouvrait au-dessus de l'entonnoir. Du sang défibriné, étant versé dans ce réservoir qui correspond au système veineux, passa dans l'oreillette O, puis dans le ventricule V, et le cœur se mit à battre pendant plusieurs heures consécutives. On voyait alors nettement la succession des mouvements des oreillettes et du ventricule (l'une des oreillettes est cachée dans la figure). En outre, chaque systole ventriculaire s'accompagnait d'un jet de sang qui se versait du tube dans l'entonnoir et dont la durée mesurait exactement celle de la systole ventriculaire.

» En photographiant ces mouvements, on devait avoir l'image de tous les actes successifs qui constituent la fonction du cœur; mais une difficulté

se présentait. La couleur rouge du sang et du cœur lui-même, n'étant point photogénique, ne donnait d'autres images que des silhouettes noires se détachant sur un fond clair. La variation des contours de l'organe, l'apparition et la disparition du jet de sang permettaient, il est vrai, de saisir les alternatives de réplétion et de resserrement des différentes cavités, mais ne traduisait pas la différence d'aspect et de forme qu'elles présentent à chaque instant.

» Pour rendre le cœur photogénique, je le blanchis au pinceau avec de la gouache; dès lors les détails de sa forme apparurent, ainsi qu'on le voit *fig.* 2. Un sillon obscur sépare l'oreillette du ventricule; des effets d'ombre et de lumière expriment le modelé de chaque cavité, et certains points brillants sont dus au poli de ces surfaces humides. Dans la série d'images représentées, on a dû supprimer l'appareil circulatoire pour rapprocher les unes des autres les images successives du cœur et rendre plus saisissables ses changements de forme. Toutefois, c'est d'après le jet de sang projeté par la systole ventriculaire que furent déterminés le commencement et la fin de celle-ci.

» En suivant du haut en bas la série des images, on assiste aux phénomènes suivants :

» I. Le ventricule *v* a fini sa systole et est à son minimum de volume, l'oreillette *o* est remplie, arrondie et luisante.

» II. L'oreillette commence à se vider et change de forme, elle est aplatie à sa surface extérieure et présente deux bords mousses et une pointe arrondie, ce qui lui donne à peu près la forme d'une langue. Le ventricule commence à augmenter de volume.

» III. L'oreillette a diminué de volume et sa pointe se rapproche du ventricule qui grossit encore.

» IV. L'oreillette continue à se resserrer et le ventricule arrive à son maximum de réplétion.

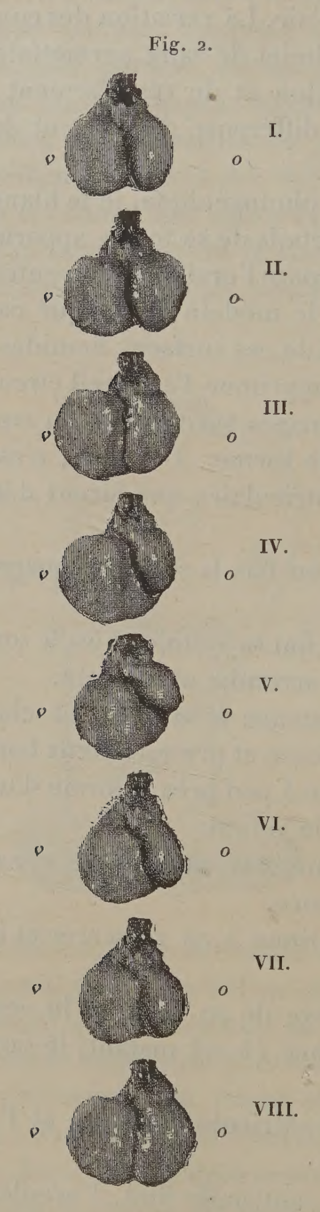
» V. L'oreillette achève de se vider et le ventricule diminue de volume; sa systole commence (à cet instant, le sang jaillissait dans l'entonnoir).

» VI. La systole du ventricule continue et l'oreillette relachée commence à se remplir.

» VII. La systole du ventricule finit, l'oreillette est distendue et luisante. Nous sommes revenus à la phase représentée par l'image I ; de même, l'image VIII correspond sensiblement à II.

» Ainsi la systole des oreillettes dure de II à V, celle des ventricules de V à VII. Ces durées seraient mieux limitées si la fréquence des images eût

Fig. 2.



été plus grande ou si le cœur eût battu moins vite, mais, dans le cas présent, le nombre des images n'était que de 10 par seconde et la durée d'une

révolution du cœur n'était que de $\frac{7}{10}$ de seconde (fréquence extrême due à la très haute température, 32°).

» Il sera très facile de doubler la fréquence des images et de rendre cinq à six fois plus lents les mouvements du cœur. Telles qu'elles sont, nos images montrent des phénomènes que l'œil n'a pas le temps d'observer. Elles font voir que les cavités du cœur ont une forme propre et qu'en se resserrant comme en se gonflant, elles n'affectent pas la forme globuleuse qu'aurait une poche élastique homogène.

» Les méplats extérieurs que présente la surface des oreillettes en contraction semblent lui avoir été imposés par l'inextensibilité de la poche péricardique dans laquelle, à l'état normal, elles sont enfermées avec le ventricule. La face extérieure du ventricule présente le même caractère; elle offre, en outre, une fossette qui semble produite par la compression exercée par l'oreillette et qui devient visible (image VII) quand la systole auriculaire la démasque.

» L'alternance des mouvements des cavités du cœur fait assister en quelque sorte à la réplétion du ventricule par la systole de l'oreillette. Ces figures convaincront peut-être les médecins qui admettent encore une *diastole active*, une sorte d'aspiration du sang par les ventricules : phénomène étrange que la structure du cœur ne saurait expliquer et que la fonction de l'oreillette rend complètement inutile.

» La Chronophotographie m'a paru également capable de montrer aux yeux le *mécanisme de la pulsation* du cœur.

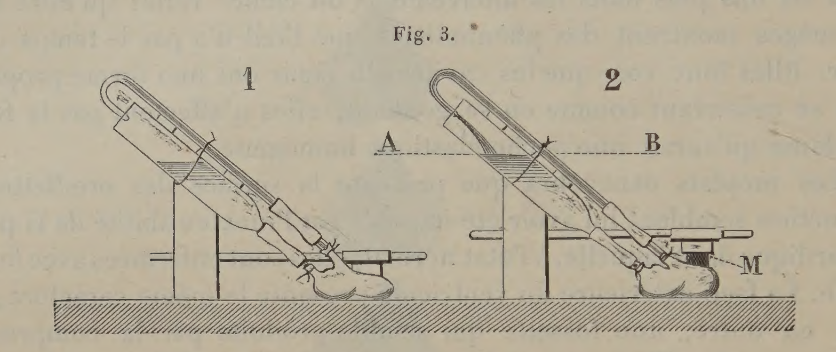
» Les expériences de cardiographie que nous avons faites avec M. Chauveau traduisaient la durée de la pulsation du cœur par un accroissement de la pression des ventricules contre un explorateur manométrique appliqué en face de ces organes dans un espace intercostal : ce durcissement des ventricules coïncidait avec leur systole. L'expérience suivante rend visible cet effort par lequel le ventricule en contraction repousse toute pression extérieure qui tendrait à le déformer.

» On reconnaît dans la *fig*. 3 une disposition analogue à celle déjà indiquée pour la circulation artificielle : l'entonnoir est réduit à un tube plus étroit qui permet de coucher obliquement le cœur sur une planchette. On pose alors sur le ventricule un petit cube de liège M (image 2) chargé d'un poids que supporte une tige mobile.

» Quand le ventricule est relâché, quoique rempli par la systole de l'oreillette, sa paroi molle se laisse déprimer par le cube de liège qui s'y

cache tout entier (image 1). Aussitôt que la systole ventriculaire commence, ce qui se reconnaît au jet de sang versé dans le tube (image 2) où le niveau AB s'élève, le cœur durcit. On voit alors le cube de liège, sou-

Fig. 3.



levé malgré le poids qui le charge, émerger de la fossette qu'il s'était creusée tout à l'heure dans le ventricule en diastole. Cette expérience suffirait, s'il en était besoin, à réfuter l'existence d'une force dilatatrice du ventricule.

» On voit, par les exemples qui précèdent, que la Chronophotographie est un précieux complément de la méthode graphique. Elle fournit des documents d'un autre ordre et rend saisissables les changements d'aspect que l'œil n'aurait pas le temps de suivre.

» Et si au lieu des mouvements relativement simples d'un cœur de tortue j'ai quelque jour l'occasion d'opérer sur de grands animaux, les images seront beaucoup plus instructives, car elles contiendront des détails qui manquent sur les animaux inférieurs : le relief des faisceaux musculaires en action, les plissements de la séreuse viscérale qui les accompagnent, les gonflements et resserrements des vaisseaux sanguins, enfin les déplacements du cœur dans la cavité péricardique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les phénomènes inhibitoires du choc nerveux.* Mémoire de M. **H. Roger**, présenté par M. Brown-Séquard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Pourat.)

« Le choc est un état morbide, qui peut se produire à la suite de fortes excitations du système nerveux et qui est caractérisé par un ensemble d'actes inhibitoires, dont un seul, l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus (1), semble constant et indispensable.

» Comme l'a fait remarquer M. Brown-Séquard, l'arrêt des échanges ou syncope des échanges doit être distingué des syncopes cardiaque et respiratoire, avec lesquelles il coexiste assez souvent. Ces trois variétés de syncopes peuvent se produire quand on pratique la piqûre du bulbe et doivent être attribuées à la violente excitation déterminée par l'opération; la syncope respiratoire, pas plus que les deux autres, n'est due à la destruction d'un centre; c'est un acte inhibitoire, c'est-à-dire un phénomène actif. J'ai reconnu, en effet, que les légères excitations du bulbe, telles qu'on les produit en abaissant la tête d'un animal ou en électrisant directement le plancher du quatrième ventricule, ralentissent ou arrêtent momentanément les mouvements respiratoires; les excitations violentes, et parmi celles-ci se range la piqûre, amènent l'arrêt définitif de ces mouvements.

» Le choc nerveux, dont le choc traumatique représente la variété la mieux connue, peut être produit par des excitations qui portent soit directement sur les centres, soit indirectement par l'intermédiaire des nerfs périphériques ou de leurs terminaisons. J'ai vu, chez le cobaye, l'arrachement du sciatique produire l'arrêt des échanges et entraîner la mort en quelques minutes avec un ralentissement énorme des mouvements respiratoires. J'ai observé des phénomènes semblables en appliquant du chloro-

---

(1) Brown-Séquard, *Recherches sur une influence spéciale du système nerveux produisant l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus* (*Comptes rendus*, 2 février 1882).

forme sur la peau, suivant le procédé de M. Brown-Séquard, en plongeant les animaux dans de l'eau glacée ou de l'eau bouillante, en injectant du perchlorure de fer dans le péritoine, etc. L'arrêt des échanges survient parfois à la suite d'excitations légères; ainsi, chez le cobaye, il peut se produire, quand on dénude la carotide, surtout si l'instrument touche le pneumogastrique ou même quand on incise simplement la peau du cou.

» L'étude de l'arrêt des échanges permet de comprendre le mécanisme des manifestations qui caractérisent le choc nerveux; l'activité nutritive étant inhibée, les tissus ne produisent presque plus d'acide carbonique; aussi le sang reste-t-il rouge dans les veines (Brown-Séquard); en même temps, la température organique s'abaisse de 1° ou 2°, quelquefois plus; dans un cas, j'ai vu l'application du chloroforme sur la peau faire tomber la température de 39° à 31° en une heure, et à 19°,5 en quatre heures et demie.

» Le sang n'étant que peu chargé d'acide carbonique, les centres de la respiration ne sont pas suffisamment excités; aussi le nombre et l'amplitude des mouvements respiratoires diminuent-ils, comme le démontrent les tracés que j'ai recueillis.

» Enfin, par suite de l'arrêt des échanges, le passage des substances toxiques du sang dans les tissus devient impossible; chez les malades, l'alcool et l'opium ne produisent aucun effet; chez des grenouilles, mises en état de choc par écrasement brusque de la tête, j'ai constaté que la strychnine, injectée dans les veines, ne détermine pas de trouble, et pourtant la circulation persiste et les centres médullaires, loin d'être paralysés, sont plus excitables que normalement. Le choc ne produit donc pas seulement des phénomènes inhibitoires; ils sont accompagnés de manipulations dynamogéniques; c'est ce qui a lieu fréquemment pour la moelle et les muscles. J'ai constaté que, chez la grenouille dont on vient d'écraser la tête, l'excitabilité musculaire augmente notablement. En soumettant les gastro-cnémiens à l'action d'un courant faradique, j'ai trouvé que, pour une excitation de même intensité, la ligne de contraction donnée par le myographe est trois fois plus élevée pendant le choc qu'à l'état normal.

» Les phénomènes qui caractérisent le choc, résultent d'une excitation des centres nerveux et particulièrement du bulbe et non d'un épuisement, c'est ce qui explique pourquoi le choc est surtout fréquent chez les sujets adultes, chez les gens vigoureux et dans le sexe masculin. Quand on soumet un animal à une série de causes capables d'amener le choc, on constate

que les effets produits diminuent de gravité à chaque nouvelle excitation. J'ai observé un grand nombre de faits de ce genre, en voici un qui me paraît démonstratif :

» Sur un lapin je pratique la section des deux pneumogastriques; puis, l'animal étant remis, j'excite avec un courant induit le bout central du pneumogastrique gauche; le sang devient rouge dans les veines de ce côté; à droite il conserve sa teinte habituelle. J'excite alors le pneumogastrique droit, et, même en employant un courant plus intense, je ne parviens pas à modifier l'état du sang veineux à droite.

» Cette expérience démontre trois choses : la possibilité de produire l'arrêt des échanges à la suite de la vagotomie double, ce qui constitue un résultat assez rare; la possibilité d'amener l'arrêt des échanges dans un seul côté du corps, fait déjà signalé par M. Brown-Séquard; la nature active de l'arrêt des échanges; s'il s'agissait d'épuisement, les effets seraient différents, chaque nouvelle excitation devrait augmenter les troubles déjà produits.

» *Conclusion*. — Le choc nerveux est le résultat de violentes excitations qui agissent sur les centres directement ou par l'intermédiaire des nerfs centripètes. Il se caractérise par un ensemble de modifications dynamiques (dynamogénie et inhibition) portant sur toutes les parties constituantes de l'organisme; le phénomène capital est représenté par l'arrêt des échanges, ayant pour conséquence une diminution dans la production de l'acide carbonique et secondairement un abaissement de la température, un ralentissement de la respiration et parfois de la circulation. »

M. **J.-B. Kremer** adresse une Note relative à un remède contre la diphtérie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le Dr **Guyon** est adjoint aux Commissions nommées pour juger les divers concours de l'année 1892, relatifs à des prix de Médecine et Chirurgie.

CORRESPONDANCE.

L'**Université de Padoue** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui auront lieu le 7 décembre prochain, en l'honneur du trois-cen-

tième anniversaire du jour où Galilée a pris possession de sa chaire dans cette Université.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau une Lettre autographe de Descartes qui lui est transmise par M. Charavay, au nom de M. *H. Jolly*, pour être restituée à l'Académie.

Cette Lettre a été publiée dans les Œuvres de Descartes (Lettre 90e, t. III, p. 511). L'envoi est accompagné de la Lettre suivante de M. Jolly :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» M. Charavay me signale, dans une collection d'autographes que je viens de recueillir par succession, une Lettre de Descartes au Chevalier de Cavendish, datée d'Egmond, 15 mai 1646, qui porte le cachet de la Bibliothèque de l'Académie et qui paraît intéressante au point de vue scientifique.

» Je suis heureux de remettre cette pièce à M. Étienne Charavay, qui veut bien se charger de la restituer à votre bibliothèque.

» Veuillez agréer, etc. H. Jolly. »

L'Académie fera parvenir à M. Jolly l'expression de sa reconnaissance.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Hugo Gyldén*, intitulé : « Nouvelles recherches sur les séries employées dans les théories des planètes ».

2° La 2e édition d'un Volume de M. *Prosper de Lafitte*, intitulé : « Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels ». L'auteur a joint, à cette nouvelle édition d'un Ouvrage couronné par l'Académie (prix Leconte, 1890), des Tables de commutations, à divers taux d'intérêt, pour les trois assurances.

M. **Bischoffsheim** présente de la part de M. le professeur *Weineck*, Directeur de l'Observatoire de Prague, une photographie du cratère lunaire désigné sur les Cartes par le nom de *Vendelinus*.

Le cliché a été obtenu à l'Observatoire Lick, en Californie, dans la nuit du 31 août 1890. L'agrandissement est de 20 fois et a exigé un travail de cent-vingt-deux heures.

Examinée à la loupe, cette photographie montre une foule de détails

nouveaux, analogues à ceux qu'offre le Cirque Petavius. On voit toute la surface mamelonnée parcourue en tous sens par des rigoles qui font penser à des rivières desséchées.

M. Faye et M. Daubrée sont d'avis que ce sont des coulées de laves, qui se sont fendillées en se contractant par refroidissement.

MÉCANIQUE. — *Sur les transformations des équations de Lagrange.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Une Note de M. Liouville me donne occasion de revenir sur le problème des transformations en Mécanique. Je commencerai par énoncer, avec plus de détail que je ne l'ai fait jusqu'ici, le théorème que j'ai démontré à ce sujet. Considérons un système (1) d'équations de Lagrange

$$(1)\quad \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt} = q'_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

où T est une forme quadratique par rapport aux q', et supposons que ce système admette un *correspondant*, c'est-à-dire qu'il existe un système analogue

$$(2)\quad \frac{d}{dt_1}\frac{\partial T_1}{\partial q'^1_i} - \frac{\partial T_1}{\partial q_i} = Q'_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt_1} = q'^1_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

qui définisse les mêmes relations entre les q_i. J'ai montré qu'on peut passer de (1) à (2) en changeant dt en dt_1 d'après une égalité de la forme

$$(3)\qquad dt^2 = A\,dt_1^2 + \Sigma B_{ij}\,dq_i\,dq_j,$$

les A, B étant des fonctions des q_i. Mais plusieurs cas peuvent se présenter :

» 1° $\frac{dt}{dt_1}$ *est une constante;* le système (2) se déduit alors de (1) en changeant T en CT, et Q_i en αQ_i (C et α sont des nombres quelconques).

» 2° *Les* Q_i *dérivent d'un potentiel* U *et l'équation* (3) *est de la forme*

$$(4)\qquad dt^2 = \frac{C\,ds^2}{\alpha U + \beta} - \frac{dt_1^2}{(\alpha U + \beta)^3},$$

si l'on pose $T = \left(\frac{ds}{dt}\right)^2$. On passe dans ce cas de (1) à (2) par la transformation de M. Darboux, c'est-à-dire en changeant T en $C(\alpha U + \beta)T$ et U

en $\frac{AU + B}{\alpha U + \beta}$. Ces deux premières transformations s'appliquent à un système (1) quelconque.

» 3° $\frac{dt}{dt_1}$ *est une simple fonction des* q_i, *qui n'est pas une constante*

$$(5) \qquad \frac{dt}{dt_1} = \lambda(q_1, \ldots, q_k).$$

» Les équations (1)′ et (2)′ déduites de (1) et (2) en annulant les Q_i et les Q'_i sont alors *correspondantes*, et par la même transformation (5), laquelle fournit un correspondant au système (1) quels que soient les Q_i. Si les Q_i sont nuls, ce cas est le seul possible et les Q'_i sont également nuls. J'ai montré que les équations (1)′ et (2)′ admettent dans cette hypothèse au moins une intégrale du second degré distincte de celles des forces vives, mais il n'en est pas ainsi, en général, des équations (1) elles-mêmes, lors même qu'il existe une fonction de forces U.

» 4° *Les* Q_i *dérivent d'un potentiel* U *et l'on a*

$$(6) \qquad dt^2 = \frac{ds^2}{\alpha U + \beta} - \frac{dt_1^2}{\lambda(q_1, q_2, \ldots, q_k)}.$$

» Ce cas se ramène aussitôt au précédent à l'aide de la transformation de M. Darboux et ce que nous venons de dire s'applique à condition de changer T en $(\alpha U + \beta)T$.

» 5° *La relation* (3) *n'a aucune des formes énumérées. Les équations* (1) *admettent alors une intégrale du deuxième degré,* qui n'est pas celle des forces vives. Dans ce cas, qui est le cas général, nous signalerons plusieurs circonstances particulières : quand les Q'_i dérivent d'un potentiel U_1 et quand on a

$$(7) \qquad dt^2 = \mu(q_1, q_2, \ldots, q_k)[ds_1^2 - (\alpha_1 U_1 + \beta_1)\, dt_1^2],$$

on rentre dans le troisième cas en appliquant aux équations (2) la transformation de M. Darboux qui change T_1 en $(\alpha_1 U_1 + \beta_1)T_1$. Si maintenant U et U_1 existent à la fois et si l'on a

$$(8) \qquad dt^2 - \frac{ds^2}{\alpha U + \beta} = \mu(q_1, q_2, \ldots, q_k)\left[dt_1^2 - \frac{ds_1^2}{\alpha_1 U_1 + \beta_1}\right],$$

ce que nous avons dit dans le troisième cas subsiste à condition de changer T en $(\alpha U + \beta)T$ et T_1 en $(\alpha_1 U_1 + \beta_1)T_1$ par le même procédé.

» J'ajoute que *l'existence de la fonction* U *n'entraîne nullement celle de* U_1. Dans le cas très particulier où U et U_1 existent à la fois, soient h et h_1 les

constantes des forces vives pour (1) et (2), les trajectoires obtenues en donnant à h une valeur constante mais arbitraire correspondent *nécessairement* à *toutes* les valeurs de h_1 (¹); le contraire ne peut avoir lieu que pour des valeurs *particulières* de h, soit h^0, qui sont telles que les trajectoires pour $h = h^0$ et $h_1 = h_1^0$ coïncident (h_1^0 désignant un certain nombre). *De tels couples h^0, h_1^0 n'existent pas en général;* pour qu'il en existe, *il faut et il suffit que la relation* (3) *soit de la forme* (8), qui se réduit à la forme (7) si h^0 est infini, à la forme (6) si h_1^0 est infini, à la forme (5) si h^0 et h_1^0 sont infinis. Ces différents cas se ramènent aussitôt au troisième cas.

» M. Liouville pensait avoir retrouvé et complété ce théorème, *dans le cas où* U *existe,* par une autre méthode qui, en réalité, ne s'appliquait qu'au cas *où les forces sont nulles*. Dans ce dernier cas, il a montré que les équations (1) ne peuvent admettre de correspondantes sans admettre un système complet d'intégrales du deuxième degré. J'ai déjà signalé que ce théorème trouvait son application *aux équations* (1)′ *et* (2)′ dans le troisième cas [et, par suite, dans les cas (6), (7) et (8) qui s'y ramènent]. Dans une Note du 12 septembre, M. Liouville affirme de nouveau qu'il est très facile de compléter mon théorème dans tous les cas où il y a une fonction de forces U : d'après lui, si le système (1) admet un correspondant, le problème des géodésiques relatif à T admet un système complet d'intégrales du deuxième degré. *Ce théorème n'est pas exact* : pour le démontrer, observons que M. Liouville admet *a priori* que U_1 existe en même temps que U, ce qui n'est pas vrai, en général; mais même dans le cas où il en est ainsi, le raisonnement de M. Liouville est inadmissible, parce qu'il suppose que les trajectoires qui correspondent à une valeur donnée de h (la valeur ∞) correspondent aussi à une valeur constante de h', ce qui n'est vrai que moyennant les hypothèses très particulières que j'ai signalées plus haut. Pour n'avoir plus à revenir sur cette question, je citerai, en terminant, l'exemple suivant : le système (1) où l'on a

$$T = (x'^2 + y'^2) \qquad \text{et} \qquad U = y + h,$$

et le système (2) où l'on a

$$T_1 = \frac{1}{x^4}\left[x'^2\left(1 + \frac{4y^2}{x^2}\right) - 4x'y'\frac{y}{x} + y'^2\right] \qquad \text{et} \qquad U_1 = \frac{y}{x^2} + h'$$

(¹) Je laisse de côté la transformation de M. Darboux dans laquelle U et U_1 existent toujours et où l'on a

$$h = \frac{\alpha h_1 + \beta}{\alpha_1 h_1 + \beta_1}.$$

sont correspondants; les trajectoires sont des paraboles, et celles qui correspondent à une valeur quelconque donnée de h (finie ou non) correspondent à toutes les valeurs de h'. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de courbes et de surfaces.* Note de M. A. **Pellet**.

« 1. Le théorème de M. Jamet sur les courbes triangulaires symétriques peut s'étendre aux courbes plus générales $AX^m + BY^m + CZ^m = 0$, où X, Y, Z sont des fonctions quelconques des coordonnées courantes, et A, B, C des paramètres. Pour une valeur de l'exposant m, il y a une seule de ces courbes C_m tangente à une droite D en un point M, pourvu que ce point M ne soit pas situé sur l'une des courbes $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$. Si l'on connaît, pour deux valeurs de m, le rayon de courbure de C_m au point M, on pourra, par des équations du premier degré, en déduire le rayon de courbure en M, point de contact commun de la courbe C_m, pour toute valeur de m. En effet, la courbe C_m, rapportée à la tangente D comme axe des x et à la perpendiculaire élevée en M sur D comme axe des y, a pour équation, en ordonnant y suivant les puissances croissantes de x,

$$y = a_1 x^2 + \ldots + a_i x^{i+1} + \ldots,$$

a_i étant une fonction entière de degré i de m.

» Dans le cas où les fonctions X, Y, Z sont entières et du premier degré, les courbes sont dites *triangulaires symétriques*, d'après La Gournerie, et aux valeurs de m, $2, -1, \frac{1}{2}$ correspondent les coniques conjuguée, circonscrite et inscrite au triangle de référence. Les fonctions a_i sont alors divisibles par $1 - m$. Désignons par ρ_m le rayon de courbure de C_m au point M, par t_m la tangente de l'angle de l'axe de déviation de Transon (tangente à la courbe lieu des milieux des cordes parallèles à D) avec la normale à C_m en M. Le produit $\rho_m(1 - m)$ ne varie pas avec m. On a $t_m = -\frac{a_2}{2a_1^2}$, et, par suite, t_m et m sont reliés par une équation de la forme

$$(1 - m)\, t_m + pm + q = 0,$$

v et q étant indépendants de m. En particulier, pour les courbes

$$A\left(x + y\sqrt{-1}\right)^m + B\left(x - y\sqrt{-1}\right)^m + C = 0,$$

considérées par M. Fouret (*Bulletin de la Société mathématique*, 1892), le

produit $\frac{1-m}{1+m} t_m$ ne varie pas avec m, et l'axe de déviation pour $m = 2$ n'est autre que la droite joignant le point M à l'origine des axes coordonnés.

» 2. De même pour les surfaces $AX^m + A_1 X_1^m + A_2 X_2^m + A_3 X_3^m = 0$, les fonctions X étant quelconques et les quantités A des paramètres. Pour une valeur de l'exposant m, il y a une seule surface S_m tangente en un point M à un plan P, pourvu que le point M ne soit pas situé sur une des surfaces $X_k = 0$. Si l'on connaît les éléments du second ordre pour deux surfaces S_m, on en déduira par des équations du premier degré les éléments du second ordre en M de la surface S_m, pour toute valeur de l'exposant m.

» Lorsque les fonctions X_k sont entières et du premier degré, les indicatrices de Dupin des surfaces S_m sont homothétiques, au point de contact commun M.

» Lorsque les surfaces $X_k = 0$ sont des sphères, toutes les surfaces S_m ont mêmes sections principales au point M. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un fil dans l'espace.* Note de M. G. Floquet, présentée par M. Darboux.

« Étant donné un fil flexible et inextensible, soit s l'abscisse curviligne d'un quelconque M de ses points, comptée sur le fil à partir d'un point déterminé, et soit m le produit de l'épaisseur du fil en M par la densité en ce point, épaisseur et densité qui peuvent varier avec s. Je supposerai que, indépendamment de la force appliquée à chaque extrémité du fil et qui doit y équilibrer la tension, chaque élément matériel $m\,ds$ soit sollicité par une force extérieure donnée $F m\,ds$, et je désignerai par T la tension en M à l'époque t, tension qui est une quantité positive.

» Je vais former certaines équations aux dérivées partielles qui, dans plusieurs cas importants, permettent une étude facile des mouvements possibles du fil dans l'espace. Lorsque le mouvement a lieu dans un plan, ces équations se réduisent d'ailleurs à celles données par M. Resal dans ce cas [1].

» Considérons la courbe figurée par le fil à l'époque t, le point M du fil et le trièdre dont les arêtes Mx, My, Mz sont respectivement la tangente positive, la normale principale dirigée vers le centre de courbure,

---

[1] *Traité de Mécanique générale* (t. I, p. 321 et suiv.).

et la binormale menée dans un sens tel que les axes Mx, My, Mz présentent la même disposition que trois axes rectangulaires fixes OX, OY, OZ, la disposition commune étant directe, si c'est le sens direct qui est employé pour représenter les rotations. Projetons sur Mx, My, Mz la rotation instantanée du trièdre et la vitesse du point M à l'époque t; soient $p, q, r, \xi, \eta, \zeta$ les projections. Soient de même $p_1, q_1, r_1, \xi_1, \eta_1, \zeta_1$ les projections analogues de la rotation du trièdre et de la vitesse du point M lorsque s, variant seul, est assimilé au temps. On sait que q_1, η_1, ζ_1 sont nuls et que ξ_1 est égal à l'unité $\left(r_1 \text{ et } p_1\right.$ ne sont autres que la courbure $\frac{1}{\rho}$ et la torsion changée de signe $\left.-\frac{1}{\tau}\right)$, de sorte que les six équations cinématiques bien connues [1], auxquelles satisfont les rotations et les translations, deviennent ici

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{\partial p}{\partial s} - \dfrac{\partial p_1}{\partial t} = q r_1, & \dfrac{\partial \xi}{\partial s} = \eta r_1, \\ \dfrac{\partial q}{\partial s} = r p_1 - p r_1, & \dfrac{\partial \eta}{\partial s} = r - \xi r_1 + \zeta p_1, \\ \dfrac{\partial r}{\partial s} - \dfrac{\partial r_1}{\partial t} = - q p_1, & \dfrac{\partial \zeta}{\partial s} = - \eta p_1 - q. \end{array}\right.$$

» La Dynamique fournit trois nouvelles équations. On sait en effet que, si Φ, Ψ, X désignent les projections sur Mx, My, Mz de la force F rapportée à l'unité de masse, celles de l'accélération du point M sont

$$\frac{1}{m}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial s} + \Phi, \quad \frac{1}{m}\frac{\mathrm{T}}{\rho} + \Psi, \quad \mathrm{X}.$$

» Comme, d'autre part, elles sont égales à

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + q\zeta - r\eta, \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} + r\xi - p\zeta, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial t} + p\eta - q\xi,$$

on en conclut les équations

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{l} m\left(\dfrac{\partial \xi}{\partial t} + q\zeta - r\eta\right) = \dfrac{\partial \mathrm{T}}{\partial s} + m\Phi, \\ m\left(\dfrac{\partial \eta}{\partial t} + r\xi - p\zeta\right) = \mathrm{T} r_1 + m\Psi, \\ \qquad \dfrac{\partial \zeta}{\partial t} + p\eta - q\xi = \mathrm{X}. \end{array}\right.$$

» Lorsque Φ, Ψ, X sont des fonctions connues de s et de t, les neuf équa-

(1) Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces.*

tions (1) et (2) forment un système indépendant, dont l'intégration fera connaître les neuf quantités p, q, r, ξ, η, ζ, p_1, r_1, T en fonction de s et de t. Si l'on se donne la position du trièdre mobile qui répond, par exemple, aux valeurs nulles de s et de t, position que l'on prendra comme trièdre fixe, à toute solution particulière du système, pour laquelle T sera positif, correspondra un des mouvements possibles du fil et un seul. La forme du fil à chaque époque, de même que la trajectoire pour chaque valeur de s, se trouveront définies par la courbure et la torsion. Si l'on voulait les coordonnées x, y, z du point M, en fonction de s et de t, connaissant les rotations et les translations, on calculerait d'abord les cosinus directeurs des axes mobiles, puis x, y, z, en employant les équations connues. Ce sont ces dernières qu'il faudrait adjoindre aux équations (1) et (2), si Φ, Ψ et X n'étaient pas connus uniquement en fonction de s et de t.

» Dans le cas particulier du mouvement plan, les axes fixes OX, OY étant pris dans le plan du fil, on peut supposer que Mz et OZ sont de même sens, car ceci peut toujours être réalisé par un choix convenable du sens positif sur le fil. On a alors

$$X = 0, \qquad p = 0, \qquad q = 0, \qquad r = \frac{\partial \alpha}{\partial t}, \qquad p_1 = 0, \qquad r_1 = \frac{\partial \alpha}{\partial s},$$

α étant l'angle habituel de Mx avec OX, et nos neuf équations se réduisent aux quatre suivantes :

$$\frac{\partial \xi}{\partial s} - \eta \frac{\partial \alpha}{\partial s} = 0, \qquad m\left(\frac{\partial \xi}{\partial t} - \eta \frac{\partial \alpha}{\partial t}\right) = \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial s} + m\Phi,$$
$$\frac{\partial \eta}{\partial s} + \xi \frac{\partial \alpha}{\partial s} = \frac{\partial \alpha}{\partial t}, \qquad m\left(\frac{\partial \eta}{\partial t} + \xi \frac{\partial \alpha}{\partial t}\right) = \mathrm{T}\frac{\partial \alpha}{\partial s} + m\Psi,$$

qui sont, aux notations près, les équations de M. Resal.

» Lorsque le mouvement du fil consiste en un simple glissement sur une courbe fixe, cas étudié par MM. Appell et Léauté, on a évidemment

$$\xi = v, \qquad \eta = 0, \qquad \zeta = 0,$$

v étant la vitesse de glissement qui dépend seulement de t. Les équations (1) donnent alors

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = v \frac{\partial p_1}{\partial s}, \qquad \frac{\partial r_1}{\partial t} = v \frac{\partial r_1}{\partial s}, \qquad p = v p_1, \qquad r = v r_1, \qquad q = 0,$$

qui montrent qu'en posant

$$s + \int_0^t v \, dt = \sigma$$

p_1 et r_1 dépendent uniquement de σ, ce qui était évident, σ représentant l'abscisse curviligne du point M comptée à partir de la position initiale de l'origine des s. Quant aux équations (2), elles montrent d'abord qu'en chaque point de la ligne de repos apparent du fil le plan osculateur contient la force F en ce point, ce qui devait être aussi; puis, si l'on prend pour variables σ et t, au lieu de s et t, elles donnent

$$m\frac{dv}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \sigma} + m\Phi, \qquad mv^2 - T = m\rho\Psi,$$

qui sont les équations bien connues, et que j'ai utilisées pour étudier l'influence de la rotation de la Terre sur le mouvement d'un fil dans un plan horizontal ([1]).

» Les équations (1) et (2) se prêtent avec facilité à la résolution de plusieurs problèmes intéressants qui seront examinés dans un travail plus étendu. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion cristalline interne.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les variations de phase produites dans la réflexion cristalline interne, par une méthode dont j'ai donné le principe dans une Communication antérieure ([2]).

» On trouvera dans un Mémoire plus étendu le détail des expériences : j'indique brièvement quelques résultats.

» 1° Dans certains cas particuliers, il y a réflexion simple. Avec une lame uniaxe à faces parallèles, taillée perpendiculairement à l'axe, le rayon incident ordinaire ne donne qu'un réfléchi ordinaire, et l'extraordinaire qu'un extraordinaire. Avec un polariseur orienté dans un azimut quelconque, on a un spectre cannelé dont les bandes sont parfaitement noires pour deux azimuts de l'analyseur. Les spectres obtenus par réflexion sur deux liquides, alcool et sulfure de carbone par exemple, ont leurs bandes exactement aux mêmes places, tant qu'il y a réflexion partielle. Seulement, les spectres sont *concordants* ou *alternés*, suivant que l'incidence est extérieure aux incidences de polarisation sur les deux liquides,

---

([1]) *Comptes rendus*, 1er avril 1889.

([2]) Brunhes, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 170.

ou comprise entre elles. Pour une incidence de 45° avec le quartz, les spectres sur l'alcool et sur le sulfure de carbone sont *alternés*.

» S'il y a réflexion totale, il y a déplacement des bandes : la valeur de ce déplacement, mesurée par la comparaison entre les spectres obtenus sur l'air et sur l'alcool, concorde avec la valeur déduite des équations de la réflexion cristalline.

» 2° Dans le cas général, il y a double réflexion. Si la réflexion est partielle, il n'y a pas de différence de phase entre les deux vibrations réfléchies provenant d'une même incidente. On a le même spectre par réflexion sur un liquide quelconque. Si l'on passe du rayon incident ordinaire à l'incident extraordinaire conjugué, on a le même spectre par réflexion, les deux spectres étant, suivant les cas, *concordants* ou *alternés*.

» Étant donnée une lame cristalline dont l'orientation cristallographique est déterminée par rapport au plan d'incidence, il existe toujours une valeur de l'incidence, et une seule, telle qu'un des deux rayons incidents donne un rayon réfléchi unique : l'autre des deux rayons incidents donne toujours deux réfléchis. Cette incidence est comprise entre l'angle limite et l'incidence de polarisation. C'est en traversant cette incidence singulière que se fait le passage du cas des deux spectres concordants au cas des spectres alternés.

» 3° Quand il y a réflexion totale, les deux rayons incidents conjugués donnent lieu à deux spectres ayant les bandes à la même place. Il y a égalité entre les différences de phases entre les deux vibrations réfléchies, qu'elles proviennent de l'incidente ordinaire ou de l'incidente extraordinaire.

» Cette égalité (égalité des phases, à 180° près) a été vérifiée pour des lames de quartz taillées et orientées de diverses manières ; elle a été vérifiée sur le spath et sur la topaze.

» Elle peut se déduire aisément des équations de M. Potier [1], étendues au cas où il y a réflexion totale. L'égalité des tangentes des différences de phase résulte de ce que, dans les formules, le sinus de l'angle imaginaire d'émergence est une quantité réelle plus grande que l'unité : le cosinus et la tangente sont des quantités *purement imaginaires*. La démonstration est en défaut dans le cas où les lignes trigonométriques de cet angle sont des *quantités complexes* ainsi que le cas se présente dans la réflexion sur un milieu absorbant. J'ai vérifié que la proposition elle-même était en défaut

(1) Potier, *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 349.

en étudiant la réflexion sur une surface de mercure en contact avec le cristal : les deux polarisations uniradiales ne donnent plus lieu à des spectres coïncidant.

» 4° Avec des lames de quartz parallèles à l'axe optique, circulaires, et pouvant se coller sur la face hypoténuse du prisme à liquide sous une orientation arbitraire, on a mesuré la différence de phase entre les deux vibrations réfléchies dans la réflexion totale sur l'air, par comparaison avec la réflexion partielle sur l'alcool. Les résultats ont été trouvés d'accord, au $\frac{1}{200}$ de longueur d'onde près, ce qui est le degré de précision des mesures, avec les résultats déduits de la théorie. Les calculs ont été faits en partant des équations de M. Potier.

» θ représente l'angle de la section principale et du plan d'incidence, δ la différence de marche évaluée en fraction de longueur d'onde, t la température d'où dépend le résultat, parce que l'indice du liquide du prisme (mélange de benzine et de sulfure de carbone) et par suite la valeur de l'incidence en dépendent.

			δ.	
θ.	t.		observé.	calculé.
31°15′	21°3′	D.....	0,316	0,312
		F.....	0,311	0,308
53.18	19.4	b_1.....	0,092	0,096
		F.....	0,093	0,097
44.50	21.2	D.....	0,142	0,140
		F.....	0,143	0,142

» 5° Avec le spath, qui est fortement biréfringent et pour lequel on ne peut pas, comme à la rigueur pour le quartz, négliger la biréfringence, on a eu des résultats également concordants :

22°48′	19°3′	D.....	0,092	0,096
		b_1.....	0,100	0,100

» 6° Enfin, avec une lame de quartz taillée obliquement à l'axe (l'angle a été déduit de l'observation du spectre cannelé en lumière normale), on a eu encore des nombres concordants avec la théorie.

» Angle de la normale et de l'axe : 51°45′.

41°11′	17°5′	D.....	0,091	0,087
		F.....	0,094	0,089

» Avec la même lame collée dans la même orientation, l'on peut faire deux expériences, l'une par polarisation uniradiale, l'autre par analyse

uniradiale : cela revient à faire tourner la lame de 180° dans son plan, ou à faire passer en arrière l'axe optique supposé en avant de la lame.

» On a ainsi pour la même lame, étudiée par analyse uniradiale :

15°8′	D.....	0,007	0,006

» L'expérience vérifie donc, dans le cas de la réflexion cristalline interne, les conséquences des principes sur lesquels repose la théorie de la réflexion. ([1]) »

PHYSIQUE ET CHIMIE. — *Préparation nouvelle et photométrie du sulfure de zinc phosphorescent.* Note de M. CHARLES HENRY, présentée par M. Mascart.

« M. Sidot a obtenu ([2]) du sulfure de zinc phosphorescent, en chauffant pendant quatre à cinq heures du sulfure de zinc cristallisé (soit de la blende naturelle, soit du sulfure amorphe, préalablement calciné et transformé ainsi en blende hexagonale) dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'acide sulfureux. Des cristaux phosphorescents commencent à apparaître au bout de deux heures dans la partie refroidie du tube. Cette préparation si intéressante, mais des plus laborieuses, ne permet d'obtenir que quelques grammes de matière. L'inaltérabilité du sulfure de zinc par l'acide carbonique humide, par les vapeurs ammoniacales et par les acides faibles, la teinte vert-jaunâtre de sa phosphorescence le rendant très précieux pour la photométrie et diverses applications scientifiques ou industrielles, il m'a paru utile de chercher un mode de préparation moins laborieux.

» On peut obtenir plusieurs kilogrammes à la fois d'un beau sulfure de zinc phosphorescent, en traitant par l'ammoniaque une solution parfaitement neutre de chlorure de zinc pur, en redissolvant dans un excès d'ammoniaque le précipité formé, en précipitant complètement, mais sans le moindre excès, l'oxyde de zinc ammoniacal par l'hydrogène sulfuré, en chauffant jusqu'au blanc, avec des précautions convenables, dans un creuset de terre réfractaire placé à l'intérieur d'un creuset de graphite brasqué au charbon, le sulfure de zinc amorphe parfaitement lavé et séché à l'abri de toute impureté.

([1]) Travail fait à la Sorbonne, au laboratoire d'Enseignement physique.
([2]) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 188; 1886.

» Je n'ai obtenu que des phosphorescences très faibles ou nulles, soit en partant d'autres sels que le chlorure (carbonate, nitrate, sulfate, oxalate, acétate), soit en partant directement de l'oxyde de zinc, soit en précipitant l'oxyde ammoniacal par un autre sulfure que l'acide sulfhydrique, par exemple, le sulfhydrate d'ammoniaque, ou des sulfures alcalins, comme le sulfure de sodium ou le sulfure de potassium.

» Il semblerait que le sulfure de zinc ne devient phosphorescent que quand il est parfaitement pur, contrairement à ce qui arrive pour les sulfures alcalino-terreux; c'est ce qui paraît ressortir de la préparation elle-même et de nombreux essais de chauffe après addition de matières étrangères : sulfate de manganèse, acétate de plomb, carbonate de lithium, carbonate de thallium, chlorure de strontium, sous-nitrate de bismuth, etc. qui toutes empêchent la phosphorescence, du moins dans les proportions que j'ai essayées. L'étude de ce point mériterait d'être poursuivie.

» *Intensité lumineuse maxima du sulfure de zinc.* — J'ai renfermé $5^{gr},432$ de sulfure *obtenu en grains* et de la plus grande phosphorescence que j'aie pu atteindre, dans un tube de verre de 10^{mm} de diamètre et de 42^{mm} de hauteur environ. J'ai comparé l'intensité de ce tube saturé par la lumière du magnésium à la température de 30° avec une lampe électrique bien constante, préalablement repérée avec une bougie, et alimentée par une pile thermo-électrique Gulcher. Pour cette comparaison du sulfure et de la lampe, j'ai employé le photomètre de M. Mascart. Tout écran diffuseur absorbant une quantité considérable de lumière, j'ai supprimé dans ces expériences l'écran diffuseur extérieur de cet appareil : un calcul montre que la quantité de lumière émise par une source d'intensité donnée sur l'écran Foucault du photomètre Mascart est inversement proportionnelle au carré de la distance de cette source au plan de l'écran diffuseur, que cet écran existe ou non. On a trouvé ainsi, en bougies-mètre, pour l'intensité moyenne de cet étalon de sulfure après la saturation lumineuse, le nombre 0,000215, nombre que les difficultés de l'expérience et la décroissance très rapide de l'intensité lumineuse avec le temps, dans les premiers instants, autorisent à juger trop faible.

» *Loi d'émission de la lumière du sulfure de zinc.* — Cette loi ne saurait être la même pour le sulfure obtenu en grains, lequel présente des parties dénuées de phosphorescence et pour le sulfure obtenu en poudre parfaitement homogène.

» Pour avoir une idée de la loi d'émission du sulfure en grains, j'ai rapproché du plan de l'écran diffuseur du photomètre Mascart l'étalon précité aux distances de $0^{m},75$, $0^{m},50$, $0^{m},33$, $0^{m},25$, et j'ai mesuré les temps au bout desquels trois observateurs notaient l'égalité avec l'éclairement du sulfure à 1^{m}, précédemment mesuré et présenté avec l'écartement nécessaire du diaphragme par la lampe Pigeon de ce photomètre. Les éclairements du sulfure à ces distances et celui de cette lampe ont paru respectivement égaux au bout de trois, sept, onze et quatorze secondes. Il en résultait pour la loi de déperdition de la lumière jusqu'à quatorze secondes la relation

$$i_t = i_0 e^{-at},$$

i désignant l'intensité et t le temps. En effet, on déduit de cette formule, en utilisant les quatre séries d'expériences, pour la vitesse d'émission a, les valeurs sensiblement constantes 0,1904, 0,1981, 0,1997, 0,1998. La faiblesse de l'intensité lumineuse et l'inapplicabilité de la loi du carré des distances pour les distances très petites de l'objet à l'écran diffuseur ne permettaient pas d'étudier, pour des durées plus longues, la loi d'émission, d'ailleurs incomparablement moins intéressante pour des grains que pour des poudres homogènes.

» J'ai comparé l'éclat propre du sulfure *obtenu en poudre* et fixé sur un carton à l'éclat d'un écran translucide éclairé par une bougie ou par la lampe électrique précitée : il s'agissait de noter les distances auxquelles il convenait de reculer la source pour obtenir l'égalité de teinte de l'écran translucide et de l'écran phosphorescent au bout de temps donnés après la saturation lumineuse. Mes observations, remarquablement concordantes avec celles de deux autres observateurs, sont représentées d'une manière satisfaisante par la formule

$$i^{0,5936}(t+27,18)=1647,5.$$

» Edmond Becquerel est arrivé pour la loi de décroissement de l'intensité lumineuse du sulfure de strontium à une formule analogue

$$i^{0,806}(t+2,83)=2,83.$$

» J'espère pouvoir prochainement soumettre à l'Académie des applications de la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc à la solution de divers problèmes de photométrie et d'optique physiologique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les antimonites de pyrogallol.* Note de MM. H. **Causse** et C. **Bayard**, présentée par M. Friedel.

« Dans un travail précédent, l'un de nous a décrit l'antimonite acide de pyrocatéchine [2], et il a indiqué que seuls les phénols ayant leurs fonctions en position ortho donnaient un éther avec l'acide antimonieux.

» Le pyrogallol, phénol triatomique, possède deux fonctions occupant la position ortho, aussi donnent-elles un premier éther ou antimonite acide de pyrogallol; quant à la troisième fonction, bien que le choix entre les positions para ou méta ne soit pas définitivement établi, nous montrerons cependant qu'elle peut entrer en réaction, pour donner avec l'acide antimonieux normal SbO^3H^3 un antimonite neutre.

(1) La partie photométrique de ce travail a été exécutée au Laboratoire des travaux mécaniques de la Compagnie parisienne du gaz.

(2) Note de M. H. Causse, *Comptes rendus*, 9 mai 1892.

» On dissout 100gr de protochlorure d'antimoine cristallisé $SbCl^3$ dans 250cc de solution de sel marin saturée à la température ordinaire. La solution est filtrée et versée par petites portions dans la suivante, obtenue avec 50gr de pyrogallol dissous dans 250gr de solution également saturée de chlorure de sodium. Il se produit un précipité blanc floconneux : au moment où il cesse de se former, on arrête l'opération et on laisse le tout en contact durant quelques heures. Les flocons ne tardent pas à se transformer en petits cristaux beaucoup plus denses; on décante alors le liquide et l'on reçoit le précipité sur un filtre. L'eau mère est éliminée entièrement par compression entre des doubles de papier Joseph; le précipité est séché et lavé à l'eau distillée, jusqu'à élimination du chlorure de sodium; enfin, après purification, séché de nouveau à la température ordinaire.

» Ainsi qu'il a été dit dans un Mémoire précédent, le chlorure de sodium s'oppose à l'action dissociante de l'eau sur le protochlorure d'antimoine, et le précipité cristallin obtenu à froid par le mélange des deux liqueurs est une combinaison définie, sans mélange avec des quantités variables d'oxyde d'antimoine.

» *Propriétés.* — L'antimonite acide de pyrogallol possède les mêmes propriétés que celui de pyrocatéchine. Il est en petits cristaux microscopiques insolubles dans l'eau, l'alcool, le benzène et le chloroforme, soluble dans les acides nitrique, sulfurique et chlorhydrique. La solution chlorhydrique est accompagnée d'une saponification complète, car elle se comporte comme du chlorure d'antimoine : l'hydrogène sulfuré en sépare tout l'antimoine à l'état de sulfure jaune orangé, l'addition de l'eau fait apparaître de l'oxychlorure, tandis que l'introduction de l'acide tartrique s'oppose à la précipitation par l'eau.

» D'après l'analyse, le composé que nous venons de décrire ne serait autre que l'antimonite acide de pyrogallol formé d'après l'équation

$$C^6H^5O^2 + SbO^3H^3 = C^6H^3 \begin{array}{l} \diagup O \diagdown \\ -O \diagup SbOH \\ \diagdown OH \end{array} + 2H^2O.$$

» *Antimonite neutre* $C^6H^3O^3Sb$. — Il s'obtient comme le précédent, mais en opérant à chaud.

» La solution de pyrogallol étant placée sur un bain-marie bouillant, on verse peu à peu le chlorure d'antimoine : tout d'abord, les premières portions ne donnent lieu à aucun dépôt, mais en continuant l'introduction du chlorure, il arrive un moment où l'on voit se séparer des cristaux dont on entretient la formation en épuisant tout le chlorure. On laisse refroidir, on décante et on procède à la purification comme il a été dit plus haut.

» L'antimonite neutre jouit des mêmes propriétés que l'antimonite acide, et, n'était la composition, la différence des deux composés serait délicate à établir.

» *Action de l'anhydride acétique.* — L'anhydride acétique ne réagit, sur l'antimonite neutre ou acide, qu'à la température de 100°; on obtient une solution claire d'où l'alcool absolu précipite de l'oxyde d'antimoine, tandis que la liqueur évaporée abandonne l'éther triacétique du pyrogallol.

» *Action du chlorure d'acétyle.* — Le chlorure d'acétyle réagit avec violence sur l'un et l'autre des antimonites, il y a dégagement de chaleur et même explosion. Pour modérer la réaction on introduit 10^{gr} d'antimonite dans un matras plongé dans l'eau froide, on ajoute 20^{gr} d'anhydride acétique et peu à peu 30^{gr} de chlorure d'acétyle : quand la réaction est calmée, on élève lentement la température vers 40°; l'antimonite se dissout totalement et par refroidissement le matras se remplit de cristaux. On jette le tout sur un entonnoir, on sèche à l'air, on lave à l'éther et enfin avec une solution faible d'acide chlorhydrique pour enlever les dernières traces d'oxyde d'antimoine.

» La substance ainsi obtenue est en cristaux blancs nacrés, fusibles à 51°, insolubles dans tous les dissolvants, excepté cependant l'acide nitrique fumant. Ils ont la même composition que l'éther triacétique du pyrogallol.

» D'après ces faits, le chlorure d'acétyle aussi bien que l'anhydride acétique n'engendrent aucun produit de substitution; quel que soit l'antimonite neutre ou acide, il est dédoublé en chlorure d'antimoine et en éther triacétique du pyrogallol. Le chlorure de benzoyle conduit exactement au même résultat.

» Étant donnée la réaction particulière de l'oxyde d'antimoine sur les phénols, réaction qui est limitée aux fonctions voisines, la formation d'un antimonite neutre dans lequel les trois fonctions phénoliques du pyrogallol sont entrées en réaction est une preuve de plus à l'appui de la formule

$$C^6H^3\begin{cases}\diagup OH\ (1)\\ -OH\ (2)\\ \diagdown OH\ (3)\end{cases}$$

(1); la troisième fonction occuperait la position méta, et non la position para, comme on l'admet généralement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers tartriques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. Friedel.

« Sur les conseils de M. Ph.-A. Guye, j'ai repris pour la compléter l'étude des éthers tartriques qui présentent un intérêt particulier au point de vue des lois du pouvoir rotatoire déduites de la notion du produit d'asymétrie.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, Note de M. de Forcrand.

» J'ai obtenu jusqu'à présent les éthers méthyliques, éthyliques, propyliques normaux et isobutyliques dérivés des acides diacétyltartrique, dipropionyltartrique et dibutyryltartrique (acide butyrique normal) ainsi que l'éther butylique normal de l'acide diacétyltartrique; en tout treize composés, nouveaux, à l'exception des diacétyltartrates de méthyle, d'éthyle, de propyle et d'isobutyle, déjà étudiés, mais dont les pouvoirs rotatoires n'ont été mesurés qu'en solution (A. Pictet).

» La méthode de préparation que j'ai employée est celle décrite par MM. Perkin, Wislicenus, Anschütz et A. Pictet dans leurs recherches sur les éthers tartriques. Elle consiste à faire réagir en proportions théoriques les chlorures d'acide sur les tartrates neutres de méthyle, éthyle, propyle, etc. La réaction se fait au bain-marie. On lave ensuite à l'eau et l'on distille. Les rendements ont toujours été très satisfaisants.

» A l'exception des diacétyltartrates de méthyle et d'éthyle, tous les éthers que j'ai préparés sont liquides à la température ordinaire, quelques-uns semblent cependant être surfondus. Leur consistance est un peu sirupeuse; ils ont très peu d'odeur. Ils peuvent être distillés sous la pression atmosphérique sans altération sensible de leur pouvoir rotatoire. Cette stabilité de types dissymétriques à une température aussi élevée que le point d'ébullition de ces éthers (300° environ) doit être signalée.

» Leurs propriétés optiques, telles qu'elles résultent d'une première série de mesures sont consignées dans le Tableau suivant. Les déviations polarimétriques, mesurées à la température ordinaire, se rapportent à une colonne de liquide de 100^{mm}. Pour le diacétyltartrate d'éthyle solide à la température ordinaire, j'ai pu cependant faire une détermination sur ce composé à l'état de surfusion. M. A. Pictet qui avait opéré sur une dissolution alcoolique avait trouvé $[\alpha]_D = +1,02$, nombre assez différent, dont mes propres recherches vérifient l'exactitude. Ce résultat met une fois de plus en évidence l'action exercée par les dissolvants sur le pouvoir rotatoire.

	Acides		
	diacétyltartrique.	dipropionyl-tartrique.	dibutyryl-tartrique.
Éthers méthyliques...........	$[\alpha]_D = -14,29$ (Pictet)	$\alpha = -12$	$\alpha = -13$
Éthers éthyliques...........	$\alpha = +5,0$	$\alpha = +0,3$	$\alpha = -1,0$
Éthers propyliques normaux...	$\alpha = +13,5$	$\alpha = +7,9$	$\alpha = +5,4$
Éthers butyliques normaux....	$\alpha = +17,8$		
Éthers isobutyliques primaires.	$\alpha = +11,3$	$\alpha = +9,2$	$\alpha = +7,1$

» Voici maintenant les premières conséquences qui peuvent se déduire de l'examen des résultats numériques.

» D'une manière générale, les lois sur les changements de signe du pouvoir rotatoire se vérifient bien. A partir d'un même corps actif droit, l'acide tartrique, on peut obtenir des dérivés dextrogyres et d'autres lévogyres.

» Dans chaque série se trouve un terme caractérisé par deux masses égales formées des mêmes atomes, soit
le diacétyltartrate de méthyle avec les deux masses

$$CH^3.CO.O = 59 = CO.O.CH^3;$$

le dipropionyltartrate d'éthyle avec les deux masses

$$C^2H^5.CO.O = 73 = CO.O.C^2H^5;$$

le dibutyryltartrate de propyle avec les deux masses

$$C^3H^7.CO.O = 87 = CO.O.C^3H^7.$$

» Si les deux masses étaient rigoureusement concentrées aux sommets du tétraèdre schématique représentant le carbone asymétrique, ces trois composés devraient être inactifs. De fait, ils sont cependant tous actifs. Ainsi se trouve confirmée l'opinion émise par M. Guye : que si la masse constitue le principal facteur permettant de prévoir le signe de l'activité optique, il faut encore tenir compte de l'arrangement des atomes ou, ce qui revient au même, des bras de levier sur lesquels agissent les masses.

» Enfin, dans chaque série, les masses croissent par addition d'un résidu $CH^2 = 14$, soit un des plus petits accroissements réalisables par les méthodes de synthèse organique, et cependant les termes qui précédent et qui suivent dans chaque série l'éther à masses égales sont toujours de signes contraires, conformément aux lois qui fixent le sens du pouvoir rotatoire. Les perturbations auxquelles ces lois se trouvent soumises, par l'action des bras de levier, ne deviennent donc appréciables que lorsque deux des masses sont égales ou presque égales, conformément à la démonstration qui en a été donnée [1].

---

[1] Ph.-A. Guye, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 223; 1892, et surtout *Confér. Soc. chim.*, p. 169; 1889-1892.

» On pourrait encore tirer des observations ci-dessus d'autres conséquences relatives à la distribution et à la condensation des masses autour de l'atome de carbone asymétrique. Je me propose de les développer plus tard, lorsque j'aurai poussé plus loin les recherches expérimentales dont je viens de rendre compte [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage volumétrique des alcaloïdes.* Note de M. **L. Barthe**, présentée par M. Friedel.

« J'ai constaté que les alcaloïdes d'origine végétale les mieux connus sont sans action sur la phtaléine du phénol qu'ils laissent dans l'état où on la leur présente : incolore si le milieu est neutre ou acide, rose si le milieu est rendu alcalin par une base minérale. Telles sont : la quinine, cinchonine, cinchonamine, cinchonidine, quinidine, morphine, codéine, cocaïne, aconitine amorphe et aconitine cristallisée, strychnine, brucine, ésérine, vératrine, pilocarpine, duboisine, spartéine. En combinant cette observation qui est faite, je crois, pour la première fois, avec la propriété bien connue des bases végétales de bleuir le tournesol rouge, j'ai institué un procédé général d'analyse volumétrique des alcaloïdes.

» Si quelques principes végétaux, considérés jusqu'ici comme alcaloïdes, ne réagissent pas sensiblement vis-à-vis de la phtaléine et du tournesol, c'est que, sans doute, leurs propriétés sont encore imparfaitement connues et que leurs fonctions chimiques ont besoin d'être précisées; par exemple, la narcotine qui, d'après MM. A. Pictet et Fluckiger, peut être difficilement envisagée comme un alcaloïde et qui est sans action sur la phtaléine et le tournesol, et l'atropine qui se comporte à l'égard de la phtaléine et du tournesol comme un acide faible.

» Quoi qu'il en soit, l'alcaloïde à doser doit toujours être amené à l'aide d'un acide minéral, acide sulfurique par exemple, à l'état de sel soluble dans l'eau, ou dans un liquide légèrement alcoolique. Un excès d'acide ne gêne en rien l'opération; il la facilite au contraire. La présence d'un sel quelconque des bases alcalines ou terreuses, et même d'un certain nombre d'autres métaux (zinc, par exemple) est sans influence sur le procédé.

---

(1) Travail fait au laboratoire de l'École des Arts industriels de Genève; août 1892.

» Le mode opératoire suivant s'applique avec la plus grande facilité au dosage des alcaloïdes ci-dessus désignés, en même temps que des acides auxquels ils peuvent être combinés.

» 1° *Dosage de l'acide.* — Dans un vase de Bohême on introduit $\frac{1}{1000}$ d'équivalent de l'alcaloïde ou du sel d'alcaloïde avec 10^{cc} d'acide sulfurique déci-normal pour le sel ou 20^{cc} pour l'alcaloïde. On ajoute 20^{cc} d'alcool à 90° neutre, et trois ou quatre gouttes de solution alcoolique de phtaléine. Tous les sels d'alcaloïdes se dissolvent dans cette liqueur alcoolique acide. On verse alors de la potasse déci-normale jusqu'à apparition de la teinte rose de la phtaléine. Le nombre de centimètres cubes de potasse décime employée exprime tout l'acide libre ou combiné existant dans le mélange. La teinte rose de la phtaléine n'apparaît que lorsque tout l'alcaloïde est à l'état libre dans la liqueur : en solution transparente si l'alcaloïde est soluble dans l'alcool faible et neutre, à l'état de précipité, s'il y est insoluble. On a ainsi un mélange indifférent vis-à-vis de la phtaléine, mais alcalin au tournesol par suite de la mise en liberté de l'alcaloïde.

» 2° *Dosage de l'alcaloïde.* — Dans un second vase de Bohême, on introduit $\frac{1}{1000}$ d'équivalent de l'alcaloïde ou du sel de l'alcaloïde avec 10^{cc} ou 20^{cc} d'acide sulfurique normal décime, puis quelques gouttes de teinture de tournesol sensible. On ramène exactement au bleu avec de la potasse normale décime. Le nombre de centimètres cubes de liqueur alcaline employée dans cette deuxième saturation représente seulement l'acide libre. Ce nombre soustrait du chiffre qui, dans l'opération précédente, mesurait l'acide total, exprime précisément la quantité d'acide sulfurique combiné à l'alcaloïde à l'état de sel basique, et par suite le poids même de l'alcaloïde. Il suffit, en effet, de multiplier le résultat de la soustraction par $\frac{1}{10000}$ d'équivalent de l'alcaloïde en expérience. Les facteurs sont évidemment :

0,0324 pour la quinine anhydre.
0,0294 pour la cinchonine.
0,0317 pour la codéine (H^2O).
0,0303 pour la morphine (H^2O).

» L'exemple ci-dessous, très général d'ailleurs, montre comment la méthode dose directement non seulement l'alcaloïde et l'acide libre ou combiné, mais encore l'eau de cristallisation quand elle existe :

» 1° $\frac{1}{1000}$ d'équivalent, soit $0^{gr},436$ de sulfate de quinine basique cristallisé à 7 équivalents d'eau, provenant d'une des meilleures fabriques, a été introduit dans un vase de Bohême contenant 10^{cc} d'acide sulfurique normal décime, 20^{cc} d'alcool à 90° avec quelques gouttes de phtaléine; après dissolution il a fallu employer $20^{cc},5$ de solution potasse normale décime pour produire la teinte rose. Le sulfate de quinine contenait $(20,5-10)\times 0,0049 = 0^{gr},06045$ d'acide sulfurique.

» 2° Une nouvelle prise de $0^{gr},436$ du même sulfate basique de quinine a été dissoute dans 10^{cc} d'acide sulfurique normal décime additionné de 20^{cc} d'alcool et de quelques gouttes de teinture de tournesol. Il a fallu employer $10^{cc},3$ de liqueur alcaline pour ramener au bleu le tournesol.

» Le sulfate de quinine contenait $(20,5-10,3)\times 0,0324 = 0,33048$ de quinine anhydre.

Composition de l'échantillon analysé :

	Trouvé.	Pour 100.	Sel théoriquement pur, pour 100.
Acide sulfurique.........	0,06045	13,86	11,24
Quinine.................	0,33048	75,77	74,31
Eau (par différence)......	0,04507	10,37	14,45

» Il est bien entendu que, par un essai préalable, on s'est d'abord assuré que le sulfate de quinine était absolument privé de matières étrangères.

» L'analyse démontre que l'échantillon est effleuri et mélangé d'un peu de sel neutre.

» Les nombreux dosages, faits sur les différents sels d'alcaloïdes énumérés plus haut, ont constamment fourni des résultats aussi rapprochés que possible de la théorie, et confirmé ainsi l'exactitude de la méthode. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur un nouveau mode de fabrication des briques, usité dans certaines parties de l'Asie centrale.* Note de M. **Edouard Blanc**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Au cours du voyage d'exploration scientifique que nous avons fait en Asie centrale, pendant les années 1890-91, nous avons eu l'occasion d'observer un curieux procédé de fabrication des briques. Ce procédé, très simple et peu coûteux, donne lieu à des phénomènes chimiques non encore étudiés : c'est à ce titre que nous avons l'honneur d'en donner connaissance à l'Académie.

» Ce mode de cuisson des briques est employé dans la partie occidentale de la Mongolie ainsi que dans la Dzoungarie, et notamment par les peuplades qui portent le nom de *Doungans* et de *Tarantchis*. Ces peuplades, qui habitent la partie septentrionale et nord-ouest de l'empire chinois, c'est-à-dire les frontières de Sibérie, ont à supporter des températures qui peuvent être très chaudes en été, mais qui sont surtout extrêmement froides en hiver. Par conséquent, leurs constructions doivent être faites avec des matériaux très résistants, au point de vue des variations de température qui atteignent souvent une très grande amplitude dans une période de temps très courte.

» Dans de pareilles conditions, où presque toutes les roches naturelles se désagrègent, les briques cuites par le procédé ordinaire s'altèrent et s'ef-

fritent avec une très grande rapidité. Au contraire, les briques cuites par le procédé que nous allons indiquer, bien que faites avec la même argile que les autres, résistent parfaitement aux intempéries et présentent en outre une dureté et une cohésion tout à fait extraordinaires. Ce résultat est obtenu simplement par l'action de la vapeur d'eau.

» Ce procédé est intéressant à deux points de vue : 1° avec des argiles de qualité médiocre, et au moyen d'appareils d'une grande simplicité, il permet d'obtenir des matériaux présentant des qualités de résistance et de solidité tout à fait supérieures; 2° son principe repose sur des réactions chimiques nouvelles pour nous et qu'il est intéressant d'expliquer.

» La disposition de l'appareil est la suivante. Le four a la forme d'un cylindre vertical surmonté d'un dôme. Généralement, pour plus d'économie dans la construction ainsi que pour diminuer la perte de chaleur, la plus grande partie de la portion cylindrique (les $\frac{2}{3}$ environ de la hauteur) est creusée dans la terre. Le dôme est au-dessus du sol : il est construit simplement en argile, et son épaisseur à la base est aussi considérable que possible (généralement 4 archines, soit $2^m,80$ à la base); il s'amincit sur le sommet. Ce dôme, habituellement en plein cintre, est percé à sa partie supérieure d'un trou assez large qui reste ouvert pendant la première partie de la cuisson, et qui sert à l'échappement de la fumée et des gaz.

» Pour fixer les idées, nous indiquerons les dimensions que l'on donne le plus fréquemment à l'un de ces fours. On peut donner à la partie cylindrique 6^m de diamètre intérieur et une hauteur de 4^m dont 3^m au-dessous du niveau du sol et 1^m au-dessus. Le trou placé au sommet du dôme peut avoir $1^m,50$ de diamètre au début de l'opération. Au niveau du sol est pratiquée, dans la partie latérale du dôme, une galerie étroite qui sert à y introduire et à en extraire les briques; cette galerie est bouchée pendant la cuisson. Une partie de la sole horizontale qui forme le fond du trou est constituée par une grille faite de briques non juxtaposées; sous cette grille, se trouve une chambre qui sert de foyer, et où l'on introduit le combustible par une galerie inclinée qui s'ouvre au dehors. Trois évents ou cheminées d'appel, d'environ $0^m,25$ de diamètre, prennent naissance à l'intérieur du four, tout à fait au bas de sa paroi verticale, et vont s'ouvrir à l'extérieur dans le haut du dôme. Au début de l'opération, leurs orifices extérieurs sont hermétiquement bouchés avec de l'argile.

» La marche de l'opération est la suivante. Les briques sont placées par séries verticales dont le plan est en éventail, de manière à rayonner autour de la partie de la sole qui est à claire voie, et sous laquelle est allumé le

feu. Ces briques n'ont pas moins de $0^m,11$ dans leur plus petite épaisseur, ce qui leur donne $0^m,22$ de largeur et $0^m,44$ de longueur; elles auraient peine à cuire jusqu'au centre par les procédés ordinaires. Un four comme celui qui vient d'être décrit peut en contenir environ 7000. On ne les accumule pas tout à fait jusqu'au sommet du dôme, de manière à réserver une chambre vide au sommet de celui-ci.

» Les briques étant ainsi disposées, on allume le feu et on le pousse sans interruption pendant trois jours. La quantité de combustible dépensée pendant ce temps, pour une fournée, est de 35 charges de chameau, pesant 7000^{kg} (à 200^{kg} l'une). Le combustible employé est une herbe annuelle et assez fortement lignifiée, l'*alhagi camelorum*, dont la valeur calorifique est assez considérable. Le troisième jour, on rétrécit peu à peu l'ouverture supérieure du dôme avec des mottes d'argile mouillée jusqu'à ce qu'elle n'ait plus que $0^m,80$ à 1^m au plus de diamètre; puis, après avoir laissé tomber la flamme, on bouche hermétiquement l'ouverture avec une couverture de feutre trempée dans l'eau. On charge cette couverture avec du sable, de manière à lui faire former une sorte de poche, où l'on verse constamment de l'eau. En même temps, on débouche les trois évents latéraux, et l'on ranime le feu, que l'on entretient très activement pendant quatre jours. Le tirage, qui se faisait de bas en haut, se fait alors de haut en bas; il doit donc subir un retournement pendant lequel la vapeur d'eau qui s'est répandue dans le four, à travers la paroi de feutre, subit une surchauffe et atteint une pression plus forte que la pression atmosphérique. C'est sans doute cet excès de chaleur et de pression qui donne lieu aux réactions chimiques caractéristiques de cette opération. Par la disposition qui vient d'être indiquée, on donne au four une portion de paroi filtrante qui émet sans cesse à l'intérieur de la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau passe, de haut en bas, à travers la masse des briques chauffées au rouge et leur fait subir une transformation moléculaire particulière.

» Par suite de cette réaction, les briques qui, à la fin du troisième jour, étaient d'un rouge clair et d'une consistance médiocre, prennent une couleur gris foncé uniforme; leur structure prend une apparence poreuse; elles deviennent très sonores et d'une grande dureté; leur cassure est nette et à vive arête, mais sans être vitreuse. Elles prennent, en somme, l'apparence de certaines roches trachytiques. Il est probable qu'en effet il se forme, sous l'action de la vapeur d'eau, une sorte de trachyte artificiel.

» La quantité de combustible dépensée pendant la seconde période de

cuisson est, pour une fournée, de 45 charges de chameau, pesant 9000^{kg}. Le combustible est celui qui a été indiqué ci-dessus (branches d'*alhagi camelorum*). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé pour reconnaître la pureté des huiles de coprah et des huiles de palmiste.* Note de M. **Ernest Milliau**, présentée par M. Troost.

« A 30°-31° C. l'huile de coprah (coco) pure est soluble dans deux fois son volume d'alcool absolu. A la même température, l'huile de palmiste est soluble dans quatre fois son volume d'alcool absolu.

» Additionnées d'huiles végétales ou de graisses animales peu solubles (addition au vingtième et au-dessous), l'une et l'autre deviennent presque insolubles dans les mêmes quantités d'alcool absolu, l'action dissolvante de ce dernier ne déterminant pas le fractionnement des parties, et le mélange ayant acquis une solubilité qui lui est propre et nullement dépendante des proportions de matières grasses solubles et insolubles qui le composent.

» Ces différences de solubilité permettent de vérifier avec précision la pureté de ces huiles concrètes, dont l'analyse chimique ne donne que des résultats souvent incertains et quelquefois contradictoires, surtout pour de faibles mélanges.

MODE OPÉRATOIRE.

» *Première opération.* — On agite, dans un tube à essai gradué en centimètres cubes, pendant une minute, 20^{cc} de l'huile à examiner avec 40^{cc} d'alcool à 90°. L'huile dépouillée de ses acides gras libres et de ses impuretés se dépose dans le fond du tube. Ce traitement préliminaire, indispensable, peut donner certaines indications.

» L'alcool à 95° absorbe une certaine quantité de matières grasses neutres, et l'huile dissout elle-même de 15 à 20 pour 100 d'alcool.

» Le pouvoir dissolvant de l'huile diminue sensiblement par l'addition d'huiles insolubles, tandis que celui de l'alcool augmente par l'addition d'huiles solubles dans l'alcool à 95° : ricin, résine, etc., huiles qu'on peut alors facilement caractériser par leurs propriétés physiques et chimiques très tranchées.

» *Deuxième opération.* — Dans un tube à essai, gradué en centimètres cubes, on traite 5^{cc} de l'huile de coprah lavée à l'alcool à 95°, par 10^{cc} d'alcool absolu, et l'on place le tube dans un bain-marie chauffé très exactement à 30°-31° C. Après quelques instants d'immersion, on agite vivement le tube pendant trente secondes et on le replace dans le bain-marie.

» L'huile de coprah pure se dissout complètement, et la solution alcoolique est parfaitement limpide.

» L'huile de coprah additionnée d'huiles insolubles (falsification la plus fréquente), arachide, sésame, coton, maïs, etc. ne se dissout sensiblement pas, et forme une masse trouble avec l'alcool absolu dont elle se sépare rapidement, pour tomber en fines gouttelettes au fond du tube où elle vient se rassembler. L'huile de coprah contenant de l'huile de palmiste se précipite, lorsque la proportion du mélange atteint 20 pour 100; au-dessous, la masse reste trouble.

» La vérification de l'huile de palmiste se fait comme il vient d'être dit, en mettant 20^{cc} d'alcool absolu, au lieu de 10, et en opérant toujours avec 5^{cc} d'huile et à la température de 30°-31°C.

» 5^{cc} d'huile de palmiste, contenant 20 pour 100 d'huile de coprah et au-dessus, se dissolvent dans 15^{cc} d'alcool absolu; dans les mêmes proportions, l'huile pure ne se dissout pas complètement et le mélange reste trouble.

» La pureté des tourteaux de coprah et de palmiste se constate en extrayant par un dissolvant quelconque, une quantité suffisante d'huile, qu'on traite de la même manière [1].

» L'adultération des huiles de coprah et de palmiste peut causer les plus graves préjudices à la savonnerie française, qui en consomme annuellement près de 100 millions de kilogrammes, et à l'agriculture qui utilise les tourteaux pour ses besoins.

» Le procédé qui vient d'être exposé permet de constater leur pureté. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du rôle de la spermine dans les oxydations intra-organiques.* Note de M. **Alexandre Pœhl**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans la séance du 18 juillet 1892, M. Duclaux a présenté à l'Académie une Note sur une des réactions de la spermine. Cette base, avais-je dit, favorise par son contact l'oxydation du magnésium métallique au sein des solutions aqueuses de certains chlorures ($PtCl^4$, $HgCl^2$, $CuCl^2$, etc.). M. Duclaux pense que la spermine n'intervient que physiquement dans cette réaction; elle rendrait le liquide mousseux comme le feraient la saponine ou le savon et augmenterait l'oxydation en étalant le magnésium sur une très grande surface de parois liquides. Il fonde son opinion sur les faits suivants : Pour saturer, après vingt-quatre heures de contact, trois

(1) Si l'on veut opérer à une température plus basse, la proportion d'alcool absolu doit être augmentée; à 25°-26° par exemple, il faut la doubler, et mettre, pour 5^{cc} d'huile de coprah ou de palmiste, 20^{cc} d'alcool dans le premier cas et 40^{cc} dans le second.

mélanges faits chacun avec $0^{gr},100$ de magnésium en poudre, $0^{gr},040$ de chlorure d'or et 25^{cc} d'eau, il a fallu 18^{cc} d'acide sulfurique décime, lorsqu'on n'a rien ajouté; 19^{cc} lorsqu'on a ajouté $0^{gr},010$ de spermine, et $19^{cc},2$ lorsqu'on ajoute $0^{gr},010$ de saponine.

» Il était difficile de s'attendre à un résultat différent. La quantité d'acide nécessaire pour saturer ces mélanges dépend, en effet, presque uniquement de la quantité de magnésium présent, que ce métal soit oxydé ou non. Mes essais m'ont en effet démontré que, dans la réaction assez complexe qui intervient, on arrive en suivant la marche indiquée par M. Duclaux au même résultat, que le magnésium soit ou non oxydé ou carbonaté.

» Pour contrôler de nouveau le rôle actif de la spermine dans l'oxydation du magnésium, j'ai opéré comme il suit :

» La spermine étant précipitée par le chlorure d'or, j'ai remplacé ce réactif par du chlorure de cuivre $CuCl^2$ et dosé le volume d'hydrogène dégagé au dépens de l'eau au cours de l'oxydation du magnésium, volume qui est en rapport avec l'intensité de l'oxydation. Comme contre-épreuve de l'expérience, lorsque le dégagement d'hydrogène a cessé, j'ajoute au mélange de l'acide chlorhydrique en excès, et la quantité d'hydrogène qui se dégage de nouveau m'indique approximativement la quantité de magnésium qui était resté à l'état métallique.

» Voici les résultats de ces expériences; ils montrent bien que l'intensité de l'oxydation n'est pas en rapport avec la quantité de spermine employée, que cette base agit par sa présence, même à des doses où elle ne rend aucunement le liquide mousseux, et qu'elle ne saurait être remplacée par la saponine qui jouit à un haut degré de cette dernière propriété.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Magnésium métallique en poudre............	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$
Solution de chlorure de cuivre ($CuCl^2$) au $\frac{14}{1000}$.	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}
Eau..................................	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}
Spermine..............................	$0^{gr},04$	$0^{gr},007$	$0^{gr},004$	0	0
Saponine..............................	0	0	0	$0^{gr},004$	0
Centimètres cubes d'hydrogène recueillis après 24 heures et ramenés à $t=0$ et $H=760$.	432,52	431,59	432,98	141,10	65,80
Hydrogène produit par l'addition, au bout de 24 heures, de 3^{cc} HCl ($d=1124$). Volumes ramenés à $t=0$ et $H=760$..............	25,84	25,98	26,14	313,95	394,24
Somme totale de l'hydrogène recueilli..	458,36	457,57	459,12	455,05	460,04

» L'intervention de la spermine, même à doses très faibles, est donc manifeste ([1]).

» D'autre part, l'explication que j'ai donnée, du rôle de la spermine dans les oxydations intra-organiques, est appuyée sur un ensemble de considérations et de dosages que je ne rappellerai ici qu'en quelques mots.

» Sous l'influence des injections sous-cutanées de spermine, même à faible dose, on remarque : soit une diminution sensible des leucomaïnes urinaires, avec augmentation de l'urée, soit une augmentation subite de ces leucomaïnes sans changement sensible de l'urée, mais bientôt suivie d'une augmentation définitive d'urée avec disparition corrélative des leucomaïnes ([2]). Ces résultats sont bien conformes à la théorie des oxydations intra-organiques donnée par M. A. Gautier ([3]) en 1883, lorsqu'il fit la découverte des leucomaïnes. Ils montrent le rôle que joue l'oxydation, soit pour détruire les leucomaïnes, soit pour les éliminer en les simplifiant et les rendant propres à traverser les reins.

» Les nombreuses expériences du professeur Prince Tarchanoff ([4]) ont établi l'effet tonique des injections de spermine sur les animaux placés dans des conditions où les oxydations physiologiques intra-organiques sont diminuées; par exemple chez ceux dont la moëlle épinière a été tranchée (Quinquaud) ou qui sont sous l'influence du chloroforme (Richet) ou de l'alcool (Nencky, Simanowsky et Schoumoff).

» A son tour, le Dr Weljaminoff a constaté ([5]) l'effet tonique de

---

([1]) Les mêmes phénomènes se produisent, au degré près, avec le magnésium en plaques, auquel cas il est impossible d'admettre que l'oxydation du métal soit due à ce que, sous l'influence de la viscosité de la liqueur, le métal se présente à l'air sous de larges surfaces.

([2]) La méthode de dosage que j'employais était la suivante : A 100^{cc} d'urine, j'ajoutais 25^{cc} d'acide chlorhydrique HCl ($d = 1,124$) et 10^{cc} de solution au $\frac{1}{10}$ d'acide phosphotungstique. Le précipité se compose de leucomaïnes à l'état de phosphotungstates. Je dosais l'azote de ce précipité par la méthode de Kjeldahl. Dans les cas où il y avait de l'albumine ou de la peptone, j'éliminais d'abord ces corps en les précipitant par l'acide phosphotungstique en présence de l'acide acétique. Pour faire ces recherches avec une complète exactitude, il convient d'employer la méthode que M. A. Gautier a donnée, dans sa Communication du 24 juin 1892, à la Société chimique de Paris.

([3]) A. Gautier, *Ptomaïnes et Leucomaïnes*. G. Masson, éditeur. Paris, 1886. — *Traité de Chimie*, t. III, p. 229 et 771. Paris, 1892.

([4]) *Bulletin de la Société des médecins russes*, 7 février 1891.

([5]) *Bulletin de la Société médicale de Saint-Pétersbourg*, 26 février 1891.

la spermine dans une série d'opérations chirurgicales graves. Dans un des cas, par exemple (hystérectonomie combinée), où l'on avait dû employer jusqu'à 180^{gr} de chloroforme. Chez les malades atteints d'affections cancéreuses, l'emploi de la spermine amène aussi une sensation de bien-être général ; on sait que Tœpfer a constaté, en effet, chez ces malades une augmentation notable des leucomaïnes.

» Les effets les plus remarquables sont observés dans les maladies nerveuses compliquées d'anémie où nous savons que les oxydations physiologiques sont ralenties : neurasthénie (Victoroff, Schicharew, Nensberg, Roschtschinin); hémiplégie (Hübbenet, Schicharew); hystéro-épilepsie et angine de poitrine et du cœur (Kostjurin); méningite chronique (Tuluscheff); hémiplégie et périencéphalite (Victoroff); *tabes dorsalis* (Alb. Eulenburg).

» En fait, tous les médecins, et ils sont en grand nombre, qui ont employé la spermine ont constaté ses effets toniques et une augmentation du bien-être général, indice de l'augmentation des oxydations organiques que je crois avoir établie par mes expériences directes. Si la vie est une lutte perpétuelle contre la mort, la spermine est probablement pour la cellule un des agents les plus efficaces de cette résistance. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration, la transpiration et le poids sec des feuilles développées au soleil et à l'ombre.* Note de M. **L. Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note précédente (1), j'ai montré que l'intensité de la décomposition de l'acide carbonique par la chlorophylle était plus grande, à surface égale et pour une même lumière, dans les feuilles développées au soleil que dans celles qui se sont développées à l'ombre. J'ai étendu mes recherches comparatives à deux autres fonctions de la feuille, la respiration et la transpiration. J'y ajouterai quelques considérations sur les différences que présente le poids sec des feuilles dans ces conditions de développement.

» I. Respiration. — J'ai expérimenté sur des feuilles de Hêtre, de Chêne, de Charme et de quelques plantes herbacées, en employant la méthode de l'air confiné.

» Pour cela, j'ai enfermé des feuilles de ces différentes espèces dans des éprouvettes

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 août 1892.

remplies d'air ordinaire, que j'ai placées ensuite à l'obscurité dans une armoire hermétiquement close. Les éprouvettes, étant toutes jaugées à l'avance, contenaient la même quantité de gaz, et, étant placées côte à côte, se trouvaient à une température et à une pression identiques pendant toute la durée de l'expérience. De plus, l'air qui entourait les feuilles était saturé de vapeur d'eau au moyen de quelques gouttes de liquide mouillant les parois à l'avance. Après six heures environ, l'analyse du gaz contenu dans chaque éprouvette donnait la quantité d'acide carbonique dégagée par la feuille pendant ce temps.

» Voici, dans un Tableau succinct, les chiffres obtenus :

» Ces nombres donnent en centimètres cubes le volume de l'acide carbonique dégagé par centimètre carré de surface de la feuille. Je cite pour chaque espèce trois expériences faites sur des feuilles différentes.

		Quantité d'acide carbonique dégagé par centimètre carré.					
			cc		cc		cc
Hêtre...	Soleil :	1°	0,0160	2°	0,0073	3°	0,0067
	Ombre :		0,0070		0,0027		0,0026
Chêne...	Soleil :	4°	0,0070	5°	0,0080	6°	0,0080
	Ombre :		0,0020		0,0020		0,0030
Charme..	Soleil :	7°	0,0058	8°	0,0066	9°	0,0064
	Ombre :		0,0045		0,0027		0,0025

» J'ai obtenu les mêmes résultats avec le *Teucrium Scorodonia* et le *Hieracium Pilosella*.

» Le dégagement d'acide carbonique à l'obscurité est donc plus fort dans les feuilles développées au soleil que dans les feuilles développées à l'ombre. Ce fait s'explique par la structure de ces diverses feuilles, car les premières sont plus épaisses et contiennent plus d'assises de cellules que les secondes; le protoplasma y est plus abondant, et la respiration qui est une fonction protoplasmique est, par le fait même, bien plus intense. Les mesures de l'absorption de l'oxygène donnent les mêmes différences.

» II. Transpiration. — J'ai employé les diverses méthodes connues pour étudier la transpiration des feuilles développées à l'ombre ou au soleil, et toutes m'ont donné des résultats dans le même sens. Je me contenterai donc de décrire l'une des manières dont j'ai opéré.

» On introduit dans une cloche de verre un rameau feuillé développé à l'ombre, sans le séparer de la plante, et dans une autre cloche, un second rameau développé au soleil. Les cloches contiennent une certaine quantité de chlorure de calcium pesé d'avance.

» Toutes les ouvertures sont soigneusement lutées, et les deux cloches sont aussi rapprochées que possible, de manière que les deux rameaux mis en expérience soient

dans les mêmes conditions de température et d'éclairement. Après vingt-quatre heures, on pèse de nouveau le chlorure de calcium; son augmentation de poids correspond à la quantité d'eau transpirée par le rameau. Le nombre obtenu, divisé par la surface des feuilles, donne la moyenne de l'eau transpirée par l'unité de surface.

» Voici quelques chiffres obtenus par cette méthode :

Charme.........	Soleil :	0,033 gr	Ombre :	0,023 gr
Hêtre...........	Soleil :	0,032	Ombre :	0,024
Abies pumila....	Soleil :	0,007	Ombre :	0,003
Taxus baccata..	Soleil :	0,026	Ombre :	0,009

» Il est facile de voir que les feuilles développées au soleil, à surface égale et toutes conditions semblables d'ailleurs, transpirent plus que les feuilles qui croissent à l'ombre.

» Poids secs. — En pesant une feuille développée au soleil ou à l'ombre, immédiatement après l'avoir cueillie, on obtient son poids frais P_0; puis, si on la met à l'étuve à 110° pendant plusieurs jours jusqu'à ce que l'on ne constate plus de perte de poids, on obtient le poids sec P_1. Le rapport $\frac{P_1}{P_0}$ donne en centièmes la quantité de matière sèche contenue dans la feuille. Ce rapport diffère selon que l'on s'adresse à des feuilles développées au soleil ou à l'ombre.

» Voici quelques exemples :

Hêtre...........	Soleil :	0,47 gr	Ombre :	0,37 gr
Charme.........	Soleil :	0,44	Ombre :	0,36
Chêne..........	Soleil :	0,45	Ombre :	0,37
Saule...........	Soleil :	0,41	Ombre :	0,35
Fraisier.........	Soleil :	0,27	Ombre :	0,22

» Les feuilles développées au soleil contiennent donc relativement plus de matière sèche que les feuilles développées à l'ombre.

» En résumé : 1° *à surface égale*, et toutes les conditions étant identiques d'ailleurs, les feuilles *de même espèce* développées au soleil ont *une respiration plus intense que celles qui se sont développées à l'ombre*.

» 2° *La quantité d'eau transpirée* par une même surface et dans les mêmes conditions *est plus grande pour les premières que pour les secondes*.

» 3° *Le rapport du poids sec au poids frais* des feuilles développées *au soleil* est supérieur à celui des feuilles développées *à l'ombre* ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

BOTANIQUE. — *Sur la structure du tissu assimilateur des tiges chez les plantes méditerranéennes* ([1]). Note de M. **William Russell**, présentée par M. Duchartre.

« Dans les régions tempérées, on ne connaît qu'un petit nombre de plantes qui possèdent dans leurs tiges un tissu chlorophyllien assez développé pour jouer un rôle important dans l'assimilation. Ce rôle est presque entièrement dévolu aux feuilles.

» Dans les régions tropicales, au contraire, et particulièrement dans la flore des Déserts, ainsi que cela a été mis en évidence par les recherches de MM. Pick ([2]), Ross ([3]), Schube ([4]) et surtout de M. Volkens ([5]), beaucoup de végétaux ont une tendance à augmenter l'importance du parenchyme vert de leurs tiges, au détriment de celui de leurs feuilles.

» Cette disposition différente est très avantageuse aux plantes qui la possèdent, à cause de la résistance plus grande que présentent les tiges aux diverses causes de destruction et en particulier à la dessiccation qui, dans ces régions, prive nombre de plantes de leur feuillage dès le début de la saison sèche.

» Or, la zone botanique bien délimitée, connue sous le nom de *Région méditerranéenne*, offre, dans ses parties arides, des conditions climatériques qui se rapprochent, jusqu'à un certain point, de celles des régions désertiques; il m'a paru intéressant de rechercher si l'on retrouve chez les plantes qui y vivent la particularité de structure dont je viens de parler.

» Dans ce but, j'ai étudié la plupart des plantes qui habitent les *garrigues* de nos départements méridionaux, et j'ai pu ainsi m'assurer que la

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

([2]) Pick, *Beiträge zur Kenntniss des assimilierenden Gewebes armlaubiger Pflanzen* (Inaug.-Diss. Bonn, 1881).

([3]) Ross, *Contribuzioni alla conoscenza del tessuto assimilatore e dello sviluppo del periderma nei fusti delle piante povere di foglie o affile* (*Nuovo Giornale botanico italiano*, t. XXI, 1889).

([4]) T. Schube, *Beiträge zur Kenntniss der Anatomie blattarmer Pflanzen* (Inaug.-Diss. Breslau, 1885).

([5]) Volkens, *Beziehungen zwischen anatomischem Bau und Standort* (*Jahrbuch des Königlichen botanischen Gartens zu Berlin*, t. III, 1884).

présence dans les tiges d'un tissu assimilateur bien caractérisé est beaucoup plus fréquente chez ces plantes que chez celles des climats tempérés.

» Ce tissu revêt des aspects assez variés, mais, néanmoins, il est facile de reconnaître que trois formes sont plus particulièrement dominantes. Ce sont celles que l'on observe chez l'*Osyris alba*, le *Rubia tinctorum* et le *Cistus albidus*.

» 1° Forme de l'*Osyris alba*. — Le tissu assimilateur de la tige forme un anneau complet, composé de deux à quatre assises de cellules en palissades et sous-jacent à l'épiderme, sauf chez le *Jasminum fruticans*, où il existe un exoderme collenchymateux.

» Cette disposition se rencontre chez l'*Osyris alba*, le *Cressa cretica*, le *Tamarix africana*, le *Lavatera Olbia*, le *Convolvulus cantabrica*, le *Corispermum hyssopifolium*, le *Calycotome spinosa*, le *Statice virgata*, etc.

» 2° Forme du *Rubia tinctorum*. — Le tissu assimilateur n'est palissadique que dans les côtes. Il est séparé de l'épiderme par des faisceaux de collenchyme ou de sclérenchyme, souvent reliés par une étroite bande au cylindre central; dans les sillons, le parenchyme vert est peu développé.

» Cette forme de tissu se trouve chez le *Rubia tinctorum*, le *Specularia falcata*, le *Spartium junceum* et généralement chez toutes les plantes à tiges ailées.

» 3° Forme du *Cistus albidus*. — Le tissu chlorophyllien, d'ordinaire assez épais, est composé de petites cellules irrégulières, à parois minces, constituant une sorte de parenchyme étoilé. En général, l'assise la plus externe du tissu assimilateur est palissadiforme.

» Cette structure de la tige, très fréquente et qui rappelle assez bien celle d'une feuille, s'observe chez presque toutes les Cistinées, ainsi que chez le *Stæhelina dubia*, l'*Helichrysum Stæchas*, le *Globularia Alypum*, le *Convolvulus lineatus*, etc.

» En somme, il résulte de cette étude que :

» Les plantes des garrigues de la région méditerranéenne présentent fréquemment, *dans leurs tiges, un tissu assimilateur chlorophyllien bien différencié*, dans lequel on peut reconnaître *trois types fondamentaux de structure*. »

BOTANIQUE. — *Étude expérimentale de l'action de l'humidité du sol sur la structure de la tige et des feuilles* (¹). Note de M. **Auguste Oger**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai cultivé un certain nombre de plantes dans un sol très humide, et d'autres individus des mêmes espèces dans un sol maintenu très sec, à

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

l'abri de la pluie et de la rosée, toutes les autres conditions, éclairage, température, composition du sol, étant identiques pour les deux cultures.

» Les espèces mises en expérience ont été : *Lampsana communis*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Mercurialis annua*, *Chenopodium album*, *Balsamina hortensis*, *Impatiens glanduligera* et *Scrophularia aquatica*.

» Les individus venus dans le sol humide sont tous de taille beaucoup plus grande; mais la plante ainsi développée n'est pas une simple amplification de la plante de sol sec. On observe des différences d'aspect, de forme et de structure que je me suis attaché à étudier.

» L'aspect varie toujours. La ramification avortant, le plus souvent, en sol sec, l'ensemble de la plante représente un épi (*Lampsana communis*, *Balsamina hortensis*, *Impatiens glanduligera*, *Mercurialis annua*), tandis qu'en sol humide on obtient une grappe largement développée (*Lampsana*, *Balsamina*, *Mercurialis*). Dans les *Sonchus* de sol sec, la tige prend l'aspect d'un pédoncule floral, et les feuilles caulinaires supérieures deviennent bractéiformes.

» Les feuilles, toujours plus grandes en sol humide, changent de forme. Les feuilles supérieures surtout s'allongent beaucoup plus qu'elles ne s'élargissent et deviennent ainsi plus lancéolées. Les feuilles inférieures changent peu, comme les entre-nœuds inférieurs. Les entre-nœuds supérieurs sont plus allongés dans les sols humides.

» Les inflorescences changent de forme. L'inflorescence, plus lâche en sol humide, devient condensée en sol sec. C'est une grappe lâche chez l'*Impatiens glanduligera* de sol humide, et presque une ombelle en sol sec. La longue inflorescence du *Scrophularia aquatica* de sol humide devient en sol sec une sorte de grappe condensée.

» La structure interne change également. Le diamêtre de la tige, en des endroits comparables, ne subit jamais un accroissement aussi grand que celui de la longueur, en sol humide. L'écorce ne varie pas d'épaisseur. L'épiderme a ses parois externes plus épaisses. Le stéréome cortical est toujours un peu plus développé dans un sol très arrosé, mais son accroissement n'est jamais bien grand. Lorsque la tige a des arêtes aiguës, ces arêtes se transforment en ailes (*Sonchus*) chez la plante de sol humide, et lorsque la plante est déjà ailée (*Scrophularia aquatica*), ces ailes se réduisent lorsqu'elle est cultivée dans un sol plus sec.

» Dans le sol humide, les faisceaux libéro-ligneux augmentent souvent de nombre (*Lampsana*, *Balsamina hortensis*). Les vaisseaux sont toujours d'un diamètre plus grand. Quand leur nombre n'augmente pas, les formations secondaires sont toujours très développées. La partie non lignifiée du

faisceau est toujours très réduite en sol humide et souvent écrasée. Le liber est également plus aplati.

» Les formations secondaires ligneuses prennent un développement considérable; elles sont quelquefois dix fois plus épaisses dans le sol humide que dans le sol sec (*Lampsana communis, Chenopodium album, Mercurialis annua*). Elles n'existent même pas pour le *Mercurialis annua* cultivé en sol sec.

» Le sclérenchyme médullaire, quand il existe, est surtout développé autour des faisceaux primaires en sol humide. La moelle est beaucoup plus large dans ce dernier sol, mais sa cavité centrale devient également très grande, alors même qu'elle n'existe pas en sol sec (*Lampsana communis*).

» C'est donc le cylindre central seul qui profite de l'accroissement en diamètre, puisque l'écorce ne varie pas d'épaisseur.

» Le renflement de la base des entre-nœuds du *Mercurialis annua* et de l'*Impatiens glanduligera* s'exagère en sol humide et disparaît en sol sec.

» Or, quelques-unes des modifications ainsi obtenues se rapportent à des différences anatomiques semblables à celles que l'on tente d'appliquer à la classification.

» On peut donc obtenir *expérimentalement*, au moyen de l'humidité du sol, *dans une espèce donnée*, des modifications de structure de même ordre, quoique moins accusées, que celles qui servent à caractériser des espèces voisines, adaptées les unes au sol humide et les autres au sol sec. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la stratigraphie des Pyrénées*. Note de MM. **Roussel** et **de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

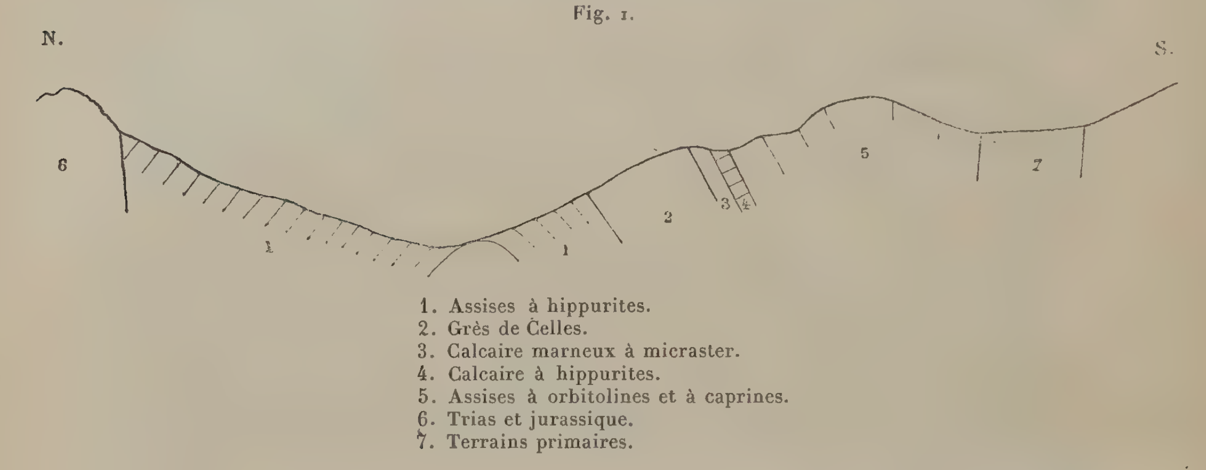
« Une série de courses faites récemment dans la région comprise entre Foix et Bugarach nous a permis de constater quelques faits importants, dont une partie avait déjà été signalée par l'un de nous.

» Entre Foix et Belesta, il existe un pli anticlinal formé de couches crétacées. L'aile nord de cet anticlinal est composée d'assises renfermant de nombreux rudistes étudiés par M. Douvillé; l'aile sud montre à sa base ces mêmes assises avec les mêmes fossiles, au-dessus la puissante masse des grès de Celles au sommet de laquelle on trouve un niveau marneux avec *Micraster brevis*, puis un banc calcaire à hippurites surmonté en série concordante par des marnes, des grès et des conglomérats, au milieu des-

quels se développent par places des lentilles calcaires avec caprines et orbitolines (*fig.* 1).

» Cette coupe semblerait donc montrer que ces dernières couches sont plus récentes que les bancs inférieurs à rudistes qui, d'après le résultat des travaux de M. Douvillé, occupent un niveau déjà élevé dans l'étage

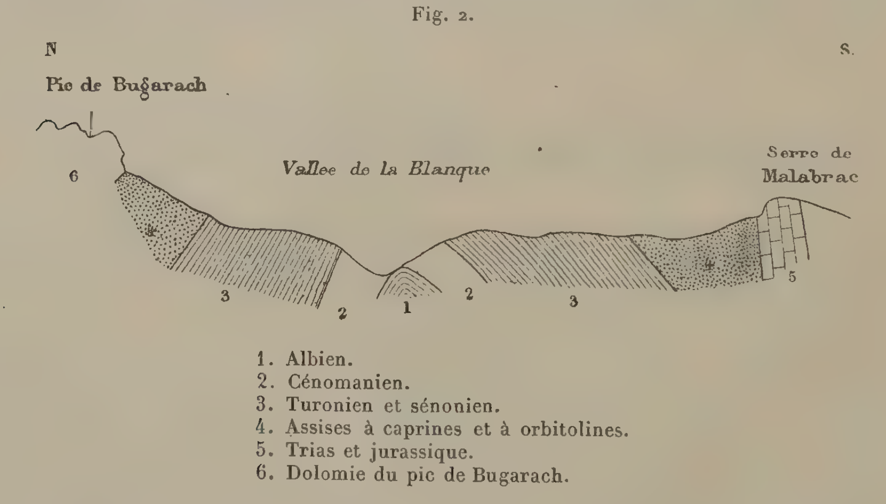
Fig. 1.



1. Assises à hippurites.
2. Grès de Celles.
3. Calcaire marneux à micraster.
4. Calcaire à hippurites.
5. Assises à orbitolines et à caprines.
6. Trias et jurassique.
7. Terrains primaires.

sénonien, à moins de supposer un renversement des couches, conclusion qui nous met en présence d'un phénomène géologique assez compliqué : le renversement d'un paquet de couches et un plissement de ces couches postérieur au renversement.

Fig. 2.



1. Albien.
2. Cénomanien.
3. Turonien et sénonien.
4. Assises à caprines et à orbitolines.
5. Trias et jurassique.
6. Dolomie du pic de Bugarach.

» La région de Saint-Louis-Bugarach nous a donné une succession analogue (*fig.* 2).

» Au pied de la dolomie du pic de Bugarach, et sur le versant nord de la Serre de Malabrac, on peut suivre d'une manière continue une assise marneuse dans laquelle se développent des lentilles gréseuses renfermant des caprines, des orbitolines, des ostracées, des rhynchonelles, etc.; on peut, en raison de la continuité de cette assise, conclure avec certitude qu'il n'y a là aucune faille verticale.

» Nous devons donc admettre soit un âge sénonien assez récent des couches à caprines, ce qui paraît d'abord invraisemblable en raison de l'apparence cénomanienne de la faune qui les accompagne, soit un renversement résultant d'un pli couché. Divers faits semblent confirmer cette dernière hypothèse; une étude paléontologique plus complète des assises permettra d'élucider complètement le problème. Nous nous bornons ici à prendre date pour les faits constatés et vérifiés, et pour les deux explications qu'ils comportent. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques bombes de l'Etna, provenant des éruptions de* 1886 *et* 1892. Note de MM. **L. Duparc** et **L. Mrazec**, présentée par M. Daubrée.

« Nous avons eu récemment l'occasion d'étudier quelques bombes curieuses récoltées en 1890 par M. Émile Chaix au Monte Gemellaro, cratère excentrique formé en 1886 sur la pente méridionale de l'Etna. Celles-ci, provenant de l'éruption de 1886, beaucoup moins nombreuses que les autres projections, sont formées de deux parties distinctes, à savoir : un noyau interne blanc, friable, arénacé; puis une enveloppe extérieure noire et scoriacée.

» Le noyau interne présente souvent une division en colonnes qui rayonnent autour du centre. Sous le microscope il se montre entièrement formé de grains de quartz (quelques-uns avec inclusions liquides) entre lesquels on trouve une certaine quantité de matière vitreuse. Ce n'est autre chose qu'un grès quartzeux arraché des profondeurs et projeté du sein de la lave après s'être imprégné de matière vitreuse. L'analyse de cette roche a donné :

SiO^2	89,80
$(FeAl)^2O^3$	6,80
CaO	1,55
MgO	0,22
Alcalis et pertes	1,63

» La partie extérieure représente le facies scoriacé de la lave de 1886. C'est une labradorite pyroxénique avec olivine. La roche est à deux temps; les grands cristaux sont représentés par l'olivine, l'augite et le labrador, le second temps comporte quelques rares et fins microlithes de labrador et d'augite accompagnés de grains de magnétite et d'une base vitreuse à structure caverneuse très abondante.

» L'olivine est rare, en petits grains arrondis, quelques-uns d'entre eux sont inclus dans l'augite. L'augite, en gros cristaux de couleur brun pâle, présente les formes $(100) = h^1$, $(010) = g^1$, $100 = m$ et $111 = b^{\frac{1}{2}}$. La mâcle $h^1 = 100$ est très fréquente, souvent avec répétition. L'extinction maximum sur $g^1 = 010$ atteint 54°, ce qui démontre que la variété est très ferrifère. Dans l'augite on trouve des grains de magnétite et des inclusions vitreuses. Le labrador, élément prédominant, montre un accroissement concentrique. Il est saturé d'inclusions vitreuses et présente les mâcles de l'Albite et de Carlsbad. Dans la zone de symétrie les extinctions se font à 33° et sur $g^1 = 010$ à -30 de l'arête pg^1, ce qui indique une variété essentiellement basique. Çà et là on trouve un grain de quartz d'origine étrangère entouré d'une couronne de microlithes d'augite. La composition de la roche en bloc est la suivante :

SiO^2	47,75
Al^2O^3	19,46
Fl^2O^3	14,09
CaO	11,45
MgO	5,27
Alcalis et perte au feu	1,98

» M. Émile Chaix étant retourné cette année, vers la fin de septembre, à l'Etna dans le but de lever le plan de la coulée récente, nous a rapporté les nouvelles bombes de l'éruption de cette année. Elles ont été lancées par le foyer le plus méridional des cinq cratères actuels, et datent des premiers jours de l'éruption [1]. Nous avons constaté l'analogie la plus complète entre ces nouvelles bombes et celles de 1886. Comme ces dernières, elles sont formées d'un noyau de grès quartzeux venu des profondeurs et

---

(1) D'après le plan levé par M. Émile Chaix, la surface de la coulée est de $8^{kmq},5$. Elle ne s'étend que fort lentement au delà des limites actuelles et gagne en épaisseur par la superposition des coulées. Le Gemellaro de 1886, haut jadis de 140^{m}, n'en a plus que 50^{m} aujourd'hui.

présentant tous les caractères précités. Une analyse faite avec la substance d'une de ces bombes a donné 89,32 pour 100 de silice, chiffre identique à celui des bombes de 1886. La lave scoriacée qui enveloppe ce noyau est également une labradorite pyroxénique à olivine, absolument pareille à celle de 1886, et dont la description détaillée serait inutile après celle que nous avons donnée plus haut. La seule différence, insignifiante d'ailleurs, que nous ayons observée, est l'absence de microlithes, l'abondance de la base vitreuse et des grands cristaux d'augite. L'analyse de cette roche donne des résultats assez analogues à ceux de la scorie de 1886 :

SiO^2	49,02
$(FeAl)^2O^3$	33,55
CaO	10,87
MgO	3,11
Alcalis et pertes	34,5

» Ce sont des traits de très grande analogie entre les deux éruptions de 1886 et de 1892 ([1]). »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Fer météorique récemment tombé à Hassi Iekna, en Algérie.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« La collection du Muséum d'histoire naturelle vient de faire l'acquisition d'une météorite qui paraît présenter un intérêt spécial. C'est une petite masse de fer compacte, en forme de poire et pesant 1250^{gr}. Ses contours arrondis contrastent avec le caractère fragmentaire et anguleux de la plupart des échantillons de même origine. Toute une moitié de la surface est sensiblement hémisphérique ; le reste comprend une région à peu près plane et quelques dépressions dont l'une, assez profonde, rappelle les *coups de pouce* si fréquents sur les roches tombées du ciel.

» Sur cette région plane, l'échantillon présente une croûte noire, d'une épaisseur uniforme de 0^{mm},5 environ. Sa couleur mate tranche nettement sur la teinte d'acier des parties d'où elle s'est détachée. Celles-ci, formées d'un métal très cohérent, montrent çà et là, à la loupe, des réseaux de lignes droites s'entrecoupant en diverses directions et décelant la constitution complexe de la masse.

» Cet échantillon a été cédé à notre collection par M. Hélo, capitaine

([1]) Genève, laboratoire de Minéralogie de l'Université.

au 3e régiment de tirailleurs, et cet officier a bien voulu m'écrire de Sétif une lettre dont j'extrais les passages suivants :

» Ce petit bolide m'a été vendu par un Mouadhi de la tribu des Chaanbas Mouadhi, laquelle est disséminée dans les solitudes sahariennes qui environnent El Golea. Cet Arabe avait un jour planté sa tente à quelques kilomètres à l'est d'un puits appelé Hassi Iekna, lequel est situé dans la vallée de l'Oued Meguiden, sur la route d'El Golea au Gourara ([1]). Pendant que les hommes étaient à la chasse dans les environs du campement, les femmes assises devant la tente entendirent un grand bruit et virent tomber, à environ 400^{m}, un objet qui souleva le sable comme un boulet qui aurait porté dans la dune. Les chasseurs, qui avaient également entendu le bruit rentrèrent peu après et furent avisés par les femmes de ce qu'elles avaient vu. Ils se portèrent aussitôt à l'endroit indiqué et trouvèrent un entonnoir pratiqué au milieu de sable et de pierrailles. Ils se mirent en devoir de chercher au fond du trou, qu'ils déblayèrent; mais l'un d'eux ayant rencontré, à environ $0^{m},80$ de profondeur, un objet noir qui lui brûla très fortement les doigts, ils s'écartèrent effrayés et ne revinrent que le lendemain matin. A ce moment, ils sortirent du sable, complètement refroidi, le petit aérolithe en question.

».... Je n'ai pu obtenir aucun renseignement précis sur la nature du bruit entendu, pas plus que sur la date exacte de l'événement. Les Arabes ont une profonde indifférence pour le temps et les dates et tout ce que je pus apprendre c'est que la chute du bolide remontait à plusieurs années. Les Arabes appellent ces masses minérales des *pierres de tonnerre*. Quelques manuscrits enseignent qu'on fait avec elles des poignards et des sabres, auxquels l'imagination arabe prête des qualités de tranchant tout à fait fantastiques. Les nomades disent que ces pierres ne tombent que très rarement, à de très longs intervalles, mais que, dans les temps passés, elles tombaient beaucoup plus fréquemment dans le Sahara.

» Une section pratiquée dans la partie la plus atténuée de la masse a séparé une petite plaque de $6^{gr},47$ dont la surface polie a été traitée par l'acide chlorhydrique. Il s'y est immédiatement développé une belle *figure de Widmannstätten*, où des lamelles de tænite affectent des angles qui assignent à la masse une texture cubique des plus nettes.

» En appliquant les procédés que j'ai décrits antérieurement, pour déterminer les alliages associés dans les fers météoriques, on reconnaît que la masse résulte essentiellement du mélange de la kamacite ($Fe^{14}Ni$) avec la plessite ($Fe^{10}Ni$). On voit briller, en divers points, des lamelles de schreibersite ou phosphure triple de fer, de nickel ou de magnésium, dont je conserve un petit spécimen parfaitement caractérisé. En outre, la section

---

([1]) Hassi Iekna se trouve situé par environ 28°57′ de latitude nord et 0°49′ de longitude ouest.

qui a été pratiquée à la scie a recoupé une véritable petite veinule de pyrrhotine (troïlite) ou sulfure double de fer et de nickel.

» La densité mesurée à 14° est égale à 7,67. L'analyse a donné :

Fer	91,32
Nickel	5,88
Cobalt	0,81
Cuivre	traces
Soufre	traces
Résidu insoluble	1,04
	99,05

» Cette composition concorde avec les caractères physiques et la structure pour faire comprendre la météorite d'Hassi Iekna dans le type lithologique jusqu'ici très rare que j'ai distingué, dès 1870, sous le nom de *schwetzite*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations océanographiques relatives au bassin d'Arcachon* (*Gironde*). Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« Le bassin d'Arcachon, dont le contour atteint 84^{km} et qui présente, en mer haute, une superficie d'environ 15 500^{ha}, offre un certain nombre de caractères océanographiques spéciaux, intéressants à élucider non seulement au point de vue de la science pure, mais encore parce que la France possède là son plus grand centre d'industrie ostréicole.

» Le bassin est soumis à d'incessantes modifications de sa topographie; il est remarquable par la violence des courants qui le sillonnent, les érosions qui se produisent sur ses rivages et par les dunes de sable qui l'entourent. Il communique avec l'Océan par un long chenal, et son intérieur est une vaste dépression, en partie émergée à mer haute, comme à l'île aux Oiseaux, plus souvent recouverte de quelques décimètres d'eau, sur l'emplacement des crassats, coupée par d'autres chenaux de diverses profondeurs, à fond de sable, et où les courants se font sentir avec toute leur force; le sol de la cuvette est peut-être formé par une couche d'argile ondulée, apparaissant au jour en différents points, près de Moulleau, à l'île aux Oiseaux, vers l'embouchure de la Leyre et au voisinage d'Arès.

» Pour reconnaître le régime des courants de surface, j'ai employé un tourniquet

mesureur, tige munie à sa partie inférieure de quatre ailettes à demi-boules creuses, et assez analogue à un anémomètre. L'instrument, installé à bord d'une embarcation mouillée en un point déterminé, est enfoncé verticalement dans la mer, à une profondeur de $0^m,80$ environ, et maintenu fixe. De quatre minutes en quatre minutes, pendant une minute, dans l'intervalle d'une marée, on compte le nombre de tours effectués par les ailettes sous l'action du courant. On construit ensuite la courbe des résultats obtenus.

» En jusant, la vitesse du courant croît d'abord très rapidement, jusqu'à un maximum qui se maintient à peu près régulièrement pendant un certain temps, puis décroît, devient nulle à l'étale de basse mer, augmente rapidement dès que le flot se fait sentir, se conserve ensuite en valeur moyenne quoique avec des alternatives notables et brusques de rapidité, tantôt très grandes et tantôt très petites, diminue encore et finit par redevenir nulle à l'étale de haute mer.

» Ces caractères proviennent de la variation considérable existant entre les divers volumes du bassin correspondant à des intervalles égaux de hauteur verticale. Tandis que, dans l'Océan, l'eau, sous l'influence de la marée, élève ou abaisse régulièrement son niveau, à l'intérieur du bassin, le remplissage ou la vidange ont lieu par à-coups successifs, correspondant aux volumes d'eau variables qui y pénètrent ou sortent par la passe durant un même temps. Tout s'accomplit donc comme dans un bassin limité, à relief irrégulier, en communication avec un réservoir infiniment grand à niveau constant ou du moins montant ou descendant d'une manière régulière.

» Au point de vue des érosions qui s'exercent sur ses bords, le bassin d'Arcachon, son entrée avec les nombreux chenaux qui le découpent et en séparent les hauts fonds, est comparable au lit d'un fleuve coulant alternativement dans un sens et en sens inverse pendant une marée. Partout où ce fleuve rencontre une rive concave, il l'érode et dépose ensuite les sédiments entraînés près des rives convexes. Les localités en concavité au moment du flot et au moment du jusant, à la grande dune du Pilat, par exemple, sont deux fois plus érodées que les localités concaves soit seulement en flot, soit seulement en jusant, comme le long de la ville même d'Arcachon où la plage est affouillée et détruite principalement par les eaux débouchant du chenal de Cousse.

» Le bassin est rapidement comblé par les sédiments qu'apportent les rivières, ruisseaux et canaux de décharge des eaux des Landes débouchant entre Arès, la Leyre et la Teste. Ce remplissage est très légèrement contre-

balancé par un affaissement général du sol qui semble avoir lieu, en particulier, sur le bord sud, entre la pointe du Bernet et la pointe du sud; il ne paraît pouvoir être efficacement combattu que par des dragages, qui offriront l'avantage, en creusant le bassin, d'améliorer la qualité des huîtres, très inférieure lorsqu'elles sont cultivées sur des fonds vaseux, de livrer à l'Agriculture un amendement précieux pour les terrains sableux environnants, et de régulariser les passes, grâce à l'entrée et la sortie mieux ordonnées d'un volume d'eau plus considérable. Dans les conditions actuelles, le bassin ne tardera pas à se combler et comme, d'autre part, sous l'influence de la houle du nord-ouest amenant incessamment des sables, l'entrée déjà si dangereuse s'obstruera toujours davantage, ce vaste espace d'eau sera promptement transformé en un lac fermé comme celui de Cazaux, puis très probablement, avec l'apport continu des vases charriées par les ruisseaux, en un marécage.

» L'examen des dunes qui séparent le bassin de l'Océan, et notamment l'examen de la grande dune de Pilat, haute de 70^m, montre l'existence, au-dessous du niveau actuel des sables, de cinq niveaux successifs superposés, caractérisés par une couche de terreau, avec troncs d'arbres demeurés en place et débris de végétaux. Le dernier de ces niveaux, en contact avec une couche d'argile, est aujourd'hui à la hauteur des plus basses mers; il est représenté par des lignites contenant des débris végétaux, parmi lesquels on distingue des écorces de bouleaux et des feuilles d'iris, plantes croissant au voisinage des eaux douces.

» Le bassin d'Arcachon est un véritable type géologique, et son histoire éclaire la genèse des lacs Hourtin, Lacanau, Cazaux, Parentis, Aureilhau, Saint-Julien, Soustous et autres, distribués en une longue ligne parallèle à la côte du golfe de Gascogne, entre les embouchures de la Gironde et de l'Adour. Je compte poursuivre ultérieurement l'étude de chacun d'eux. »

BOTANIQUE. — *Végétation des lacs des monts Jura*. Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« Une exploration, poursuivie pendant trois années, de la plupart des lacs du massif jurassien (57 lacs sur 62), m'ayant fourni de nombreux documents sur leur topographie, les caractères de leurs eaux, leur faune et surtout leur *flore*, je crois devoir résumer, dans cette Note, les faits les plus intéressants concernant la végétation de ces lacs et les causes qui la modifient.

» Les lacs étudiés déjà sont échelonnés, à des altitudes très variables (de 248^m, lac de Bar, à 1152^m, lac du Boulu), depuis le Jura neuchâtelois (lac d'Étalières) jusque dans le Bugey méridional.

» Outre les différences d'altitude, ces lacs présentent encore des différences d'étendue (lac de Saint-Point, 5^{km}, etc.), de profondeur (ex. Nantua, 42^m, 8 lacs ont de 30^m à 40^m; le plus grand nombre 5^m à 10^m), qui déterminent de grandes variations dans les conditions biologiques.

» I. La flore des lacs jurassiens ne comprend qu'un petit nombre d'espèces, moins de 50 plantes (35 Phanérogames, 2 Cryptogames vasculaires, 2 Muscinées, 9 Characées) [1].

» Sur ce nombre, 16 sont plus fréquentes que les autres et se retrouvent dans 10 lacs au moins; ce sont : *Nuphar luteum* (52 lacs), *Scirpus lacustris* (49), *Nymphæa alba* (44), *Phragmites vulgaris* (42), *Myriophyllum spicatum* (34), *Potamogeton natans* (27), *Chara hispada* et *var.* (24), *Potam. lucens* (18), *Ranunculus aquatilis* et *var.* (17), *Hippuris vulgaris* (16), *Polygonum amphibium* (14), *Potam. perfoliatus* (14), *Chara jurensis* Hy nov. sp. et var. *Magnini* Hy (13), *Nuphar pumilum* (12), *Potam. crispus* (12), *Nitella syncarpa* (12); viennent ensuite *Utricularia*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara fragilis*, etc.

» La plupart de ces espèces sont des *plantes sociales*, pouvant envahir, à une ou deux seulement, de vastes surfaces, ce qui contribue à rendre la flore spéciale de chacun des lacs plus pauvre encore que l'ensemble; dans un même lac, en effet, le nombre des espèces distinctes qui le peuplent ne dépasse jamais 20; il est rarement de 15 à 20 (dans 4 lacs), un peu plus souvent de 10 à 14 (dans 9 lacs), ordinairement de 5 à 9 (40 lacs); il tombe même à 4 espèces seulement dans 4 lacs, ces 4 plantes y constituant toute la végétation !

» II. Les groupes les mieux représentés, soit par leur fréquence, soit par le nombre de leurs formes, groupes doués, du reste, d'un polymorphisme remarquable, sont les Nymphéacées, les Potamogétonées et les Characées; les Nymphéacées, avec 5 types spécifiques ou variétés et plusieurs formes intermédiaires, dont 2 très répandus (*Nuphar luteum* et *Nymphæa alba*), et un plus fréquent qu'on ne le croyait (*N. pumilum*) ; les Potamogétonées, représentées par 15 formes (espèces ou variétés) distinctes, des formes intermédiaires et des hybrides, dont 4 très répandues (*P. natans*, *lucens*, *perfoliatus* et *crispus*); les Characées, avec 19 formes (9 espèces,

---

(1) L'étude des autres Cryptogames, notamment des Diatomées, n'est pas encore achevée.

10 variétés) dont 2 nouvelles (*Ch. jurensis* Hy et var. *Magnini* Hy) et 4 abondantes (*Ch. hispida, jurensis, fragilis, Nitella syncarpa*).

» Parmi les espèces qui mériteraient une mention spéciale, je me borne à signaler le *Nuphar pumilum*, connu jusqu'à ce jour dans un seul lac du Jura et que j'ai retrouvé dans onze autres de ces stations; la coexistence constante dans les lacs du Jura du *N. luteum* type, et des formes intermédiaires, avec le *N. pumilum*, leur absence dans les lacs vosgiens et suisses où croît le *N. pumilum*, les caractères moins tranchés du *N. pumilum* du Jura, me font émettre l'hypothèse que la différenciation des Nuphars (et peut-être la formation des lacs) remonterait dans le Jura à une époque plus récente que dans les Vosges et la Suisse.

» III. La végétation est distribuée dans la plupart des lacs avec une régularité remarquable; on peut y constater, en général, trois zones principales qui sont, en allant du bord au milieu :

» 1° La zone *littorale*, formant souvent une ceinture de plantes dressées hors de l'eau, constituée d'abord par *Phragmites vulgaris*, plus en dedans par *Scirpus lacustris*, jusqu'à la profondeur de 2^m à 3^m, et accompagnée fréquemment des plantes à feuilles nageantes, *Polygonum amphibium*, *Nymphœa alba, Potam. natans;*

» 2° La zone du *Nuphar luteum*, s'étendant jusqu'au bord de la *beine* ou blancfond, c'est-à-dire de 2^m à 5^m de profondeur environ, formant souvent une ceinture intérieure à la précédente, tout à fait distincte;

» 3° La zone *profonde*, occupant le talus de la beine ou *Mont*, de 5^m à 6^m de profondeur moyenne, pouvant aller jusqu'à 8^m, caractérisée, suivant les lacs, par *Potamogeton lucens*, ou *Potam. perfoliatus*, ou *Myriophyllum spicatum;* c'est aussi l'habitat du *Nuphar pumilum*, des *Hippuris, Ceratophyllum*, *Potam. crispus, Utricularia*, etc., et surtout des *Chara;* enfin, plus en dedans et plus profondément encore, les *Nitella*, jusqu'à 10^m ou 12^m, profondeur au delà de laquelle on ne rencontre ordinairement plus de végétation macroscopique, mais seulement la vase à Diatomées, etc.

» IV. Cette disposition typique subit de nombreuses modifications suivant l'inclinaison plus ou moins rapide des bords, l'étendue de la beine, etc.; mais on observe toujours les mêmes relations entre l'habitat et la profondeur; c'est donc l'influence de la *profondeur* qui règle surtout la distribution des plantes dans un lac; c'est elle aussi qui doit provoquer l'inégale répartition des végétaux dans l'ensemble de la flore lacustre; mais la comparaison des lacs de profondeurs différentes montre que la richesse ou la pauvreté de leur flore n'est pas du tout en rapport avec leur profondeur, non plus qu'avec leur étendue.

» D'autre part, quoique l'influence de la beine sur la végétation des lacs soit évidente, puisque l'habitat de la plupart des plantes lacustres est lo-

calisé sur le blanc-fond ou ne s'en écarte guère, cependant la richesse de la flore n'est pas en rapport avec son étendue; une beine très large peut n'être occupée, comme c'est le cas pour le lac de Chalin, que par deux plantes sociales (*Phragmites* et *Scirpus*) qui l'envahissent tout entière, quelquefois sur plus de 100^m de largeur. C'est plutôt la nature de la beine et les modifications de son état vaseux, pierreux ou tourbeux qui introduisent de la variété dans la végétation.

» V. Ainsi qu'on pouvait le prévoir *a priori*, étant données les conditions biologiques particulières des plantes aquatiques et la facilité avec laquelle elles échappent aux variations du climat, l'*altitude* n'apporte pas de modifications considérables dans la végétation lacustre; la plupart des plantes (*Nuphar, Nymphœa, Potamogeton, Chara*) se retrouvent à toutes les hauteurs.

» VI. Bien que la dispersion des plantes aquatiques paraisse être, moins que celle des végétaux terrestres, sous la dépendance de la composition chimique du milieu, cependant c'est à une cause de cet ordre qu'il faut, croyons-nous, attribuer l'absence, dans les lacs du Jura, des *Isoetes*, plantes habitant, non loin de là, les lacs granitiques des Vosges, et l'abondance des Characées calcicoles, *Chara hispida, Ch. aspera, Ch. jurensis, Ch. fœtida, Nitella tenuissima*, etc.

» Le degré d'incrustation calcaire des *Chara*, quelquefois considérable, grâce à la teneur en carbonate de chaux des eaux des lacs, malgré leur décalcification (*cf.* recherches de Delebecque et Duparc, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 248; 1892), présente cette particularité d'aller en diminuant à mesure que la plante s'éloigne du bord et croît dans des eaux plus profondes : cette modification paraît en relation avec l'intensité des phénomènes biologiques, plus grande au voisinage de la surface, sous l'influence de l'air et de la lumière.

» Devant compléter plus tard l'exposé des résultats de mes observations, je me borne à ajouter aujourd'hui que la nécessité d'une certaine quantité de radiations se manifeste très nettement dans les lacs, où les plantes de fond, comme les *Chara*, ne forment leurs tapis que là où la surface de l'eau est dépourvue de végétation flottante. »

M. G. Rambault adresse une Note intitulée : « Les signaux en temps de brume ».

M. F. **Noblot** adresse une Note intitulée : « Théorie sur la décomposition de l'eau dans le voltamètre ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 octobre 1892.

Traité d'Analyse, par Émile Picard. Tome II, 1er fascicule. *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. Introduction à la théorie des équations différentielles, et fonctions algébriques.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-8°.

Chimie analytique des matières grasses, par M. Ferdinand Jean. Paris, E. Rousset, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Amagat).

L'annamite, mère des langues. Communauté d'origine des races celtiques, sémitiques, soudanaises et de l'Indo-Chine, par le colonel Frey. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. in-8°.

Traité théorique et pratique de l'accord des instruments à sons fixes, etc., par l'ingénieur N. Fourneaux fils. Paris, J. Repos; 1 vol. in-8°.

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapport général, par Alfred Picard. Tome IX : *L'économie sociale, l'exposition rétrospective du travail et des Sciences anthropologiques. Résumé. Conclusions.* Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Les études de botanique médicale d'un apprenti barbier au milieu du XVIIIe siècle et florule médicale du frontadais à la même époque, par Gaston Lalaune. Bordeaux, Durand, 1892; 1 broch. in-4°.

Analyse qualitative par voie humide, par R. Defert. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. in-12.

Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels, par Prosper de Lafitte, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Ouvrage couronné par l'Académie française).

Congrès international de Zoologie. Deuxième Section, à Moscou, août 1892, 1re Partie. Moscou, 1892; 1 vol. in-8°.

Nouvelles recherches sur les séries employées dans les théories des planètes, par Hugo Gyldén. Stockholm, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

Memorial del Instituto geografico y estadistico, Tomes VIII et IX. Madrid, 1889; 2 vol. in-4°.